Vergleichende Untersuchung

verschiedener

Rostocker Brunnenwässer, des Warnow- und Leitungswassers

mit

ausführlicher Angabe des eingehaltenen Untersuchungsganges

und

Hervorhebung der für cursorische Analysen geeigneten Bestimmungsweisen.

Inaugural-Dissertation

der hohen

philosophischen Facultät der Universität Rostock

vorgelegt von

Friedrich Lau

aus Rostock.

Güstrow
C. Waltenberg's Rathsbuchdruckerei
1888.

Referent: Herr Prof. Dr. **O. Jacobsen.**

Seiner lieben Mutter

als Zeichen der Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553607_0167

Vorwort.

Seitdem man mit vollem Recht auf ein gesundes Trinkwasser grosses Gewicht legt, ist natürlich das Streben rege geworden, auf diejenigen in einem Wasser vorkommenden Stoffe zu fahnden, welche eine schädliche Wirkung auf den menschlichen Organismus ausüben, und dergleichen durch anorganische oder organische Körper verunreinigte Wässer vollständig der Benutzung zu entziehen. In die Kategorie jener erstgenannten Substanzen, also der mineralischen Verunreinigungen gehören, abgesehen von den directen Giften, die nur in einzelnen Quellen auftreten und hier nicht in Betracht kommen, salpetersaures Kali, grössere Mengen Chlornatriums, besonders aber Kalk- und Magnesiaverbindungen, welch letztere unter Umständen, wenn sie ein Wasser zu »hart« machen, d. h. wenn grössere Quantitäten dieser Salze gelöst sind, nachtheilig für unsere Gesundheit werden können[1]). Als viel schlimmer und gefahrbringender müssen jedoch die Verunreinigungen der zweiten Art bezeichnet werden, die sehr häufig Zersetzungsproducte thierischen oder pflanzlichen Ursprungs sind und direct als Krankheitserreger zu wirken vermögen; nicht selten sind epidemische Krankheiten gerade auf den Genuss von unreinem Wasser zurückgeführt worden.

[1]) F. Schulze, »Die Rostocker Brunnenwässer« p. 2.

Um nun derartige schädliche Einwirkungen zu vermeiden; sind in fast allen grösseren Städten Brunnenuntersuchungen vorgenommen worden. Meistens liegen aber nur ganz vereinzelte Analysen vor, so dass es unmöglich ist, bei den grossen Veränderungen, welche manche Wässer durch den Jahreszeitenwechsel, durch die verschieden grossen Regenmengen, durch Infiltration schädlicher Stoffe u. s. w. erleiden, einen mittleren Werth für das betreffende Wasser anzugeben. Es ist deshalb durchaus nothwendig, falls man ein richtiges Urtheil abgeben will, ob ein Wasser brauchbar oder nicht, periodisch eine ganze Reihe von Analysen vorzunehmen.

Auch die Brunnen der hiesigen Stadt sind einige Male untersucht worden. Herr Professor F. Schulze [1]) bestimmte, anlässlich der 1866 herannahenden Cholera, in sämmtlichen Rostocker Trinkwässern die Menge der organischen Substanz und den Härtegrad und liess 1868 ausführliche Analysen von einigen Brunnen folgen[2]). 1870 löste Herr Dr. Wolff die von der philosophischen Facultät der Rostocker Universität gestellte Preisaufgabe, die eine Untersuchung der wichtigsten Flüsse und Seeen Mecklenburgs vorschrieb, und lieferte so, als speciell Rostock interessirend, Analysen des Warnow- und Leitungswassers. Allein eine allgemein vergleichende Untersuchung der verschiedenen Rostocker Trinkwässer liegt bis jetzt nicht vor.

Auf Anregung von Herrn Professor Jacobsen, meinem verehrten Lehrer, habe ich es deshalb unternommen, das Wasser einer Anzahl hiesiger Brunnen, der Warnow und der städtischen Röhrenleitung cursorisch zu analysiren.

Bei der Wahl der Brunnen wurde der Untergrund der Stadt berücksichtigt, der vorwiegend aus oberem und unterem Geschiebemergel besteht. Zwischen diesen beiden Lagern befinden sich sehr häufig Sandschichten, die Wasser führen. Wir beziehen nun unser Trinkwasser aus verschiedenen Tiefen, entweder aus dem oberen Ge-

[1]) F. Schulze, »Die Rostocker Brunnenwässer«.
[2]) 33. Jahresbericht des Rostocker Gewerbevereins.

schiebemergel, wo dann die Sammelbassins die Natur von Cisternen haben, oder aus den vorhererwähnten Sandadern, die das Wasser auf grössere Entfernung leiten. Eigentliche Tiefbrunnen besitzen wir nicht[1]).

Ich will jedoch nicht weiter auf die geognostischen Verhältnisse eingehen, sondern gebe im Folgenden nur eine kurze Aufzählung und Profilskizzirung[2]) der von mir analysirten Wässer.

No. I. Lloydbahnhofbrunnen.
Profil: 5 Meter tief, in Geschiebemergel stehend.

No. II. Der Brunnen an der Ecke der Augustenstrasse und des Grünen Weg's.
Profil: Im oberen Geschiebemergel befindlich, wahrscheinlich in Sand stehend unter Geschiebemergeldecke.

No. III. Der neue Brunnen in der Nähe des Judenfriedhofs, von dem nur eine Analyse vorliegt, ist 7—8 Meter tief, in Saugsand stehend, und liefert reichlich Wasser. Der darauf analysirte und mit No. III bezeichnete Brunnen bei der Navigationsschule liegt am Rande des Lehmplateaus, wahrscheinlich auch im Sand.

No. IV. Der Brunnen am Patriotischen Weg hat als Profil: Austreten des Sandes mit Thon unter Geschiebemergel.

No. V. Der Brunnen am Blücherplatz.
Profil: In den mittleren Sanden stehend.

No. VI. Der Brunnen auf dem Gymnasialschulhof.
Profil: In den mittleren Sanden stehend.

No. VII. Der Brunnen am Johannisplatz.
Profil: 15 Meter tief, in den mittleren Sanden stehend, wahrscheinlich Wellsand im Geschiebemergel.

---

[1]) Arch. d. Vereins d. Freunde d. Naturgeschichte in Mecklenburg 1884. Geinitz, VI. Beitrag zur Geologie Mecklenburgs.

[2]) Die Brunnenprofile verdanke ich der Güte des Herrn Prof. Geinitz.

No. VIII. Der Brunnen in der Harten Strasse (im Hofe des dem Herrn Senator Burchard gehörenden Grundstücks) liegt am Rande der Altstadtinsel.
Profil: In den Sanden zwischen oberem und unterem Geschiebemergel stehend.

No. IX. Der Brunnen in der Lohgärberstrasse liegt auf der Plateauhöhe.

No. X. Die Unterwarnow. Das Wasser wurde in der Höhe des »Logirhauses« mitten im Strom geschöpft.

No. XI. Die Oberwarnow. Das Wasser wurde in der Nähe der neuen Eisenbahnbrücke (Rostock-Stralsund) mitten im Strom entnommen.

No. XII. Die Wasserleitung. Das Schöpfen des Wassers geschah im Laboratorium der Universität.

Diese oben erwähnten Wässer sind 12mal während eines Jahrs untersucht worden. Es konnte natürlich in diesen cursorischen Analysen nicht alles berücksichtigt werden, sondern es wurde hauptsächlich nur auf solche Stoffe quantitativ geprüft, die beim Genuss direct schädlich wirken können, auf Verbindungen, die bei der Verwesung thierischer Körper und Producte entstehen und endlich auf Körper, die eine Infiltration von urinösen Flüssigkeiten vermuthen lassen.

Es kamen demnach zur Bestimmung: Die organischen Substanzen, die Salpetersäure, die salpetrige Säure, das Ammoniak, das Chlor, und, um noch einen ungefähren Begriff von der Menge der schwefelsauren und kohlensauren Kalk- und Magnesiumverbindungen zu haben, wurden quantitativ ermittelt: die Schwefelsäure, die Gesammthärte und die Bleibende Härte.

Anfangs war es meine Absicht, zur Frühjahrs- und Herbstzeit eine ausführliche Analyse vorzunehmen; da sich aber in den aufeinanderfolgenden Untersuchungen fast keine Veränderung zu erkennen gab, erachtete ich es für durchaus genügend, nur eine solche Bestimmung zu geben.

Gang der Untersuchung.

Das Schöpfen des Wassers.

Da eine Analyse immer von einer guten Durchschnittsprobe abhängig ist, und gerade bei Wasseruntersuchungen sich die geringsten von aussen hinzugeführten Verunreinigungen schwer rächen würden, wandte ich alle Vorsichtsmaassregeln an, um eine solche Eventualität zu umgehen. Ich war stets beim Schöpfen zugegen, liess bei der Entnahme der Brunnenwasserprobe das im Brunnenrohr befindliche Wasser abfliessen und so lange pumpen, bis dasselbe eine constante Temperatur erlangt hatte. Nach Notirung derselben wurden die als Sammelgefässe benutzten Glasflaschen mit eingeschliffenem Stöpsel zweimal mit dem betreffenden Wasser gespült und dann gefüllt. Beim Einsammeln von Unter- und Oberwarnowwasser wurden die Flaschen in dasselbe eingetaucht, um den Oberflächenstaub und andere schwimmende Stoffe fern zu halten, ein paar Mal mit dem Wasser ausgeschwenkt und gefüllt.

Anmerk. Leider war es mir nicht möglich, auch den Grundwasserstand zu beobachten. Um ungefähr ein Bild von den Niveauschwankungen, denen das Wasser der hiesigen Brunnen ausgesetzt ist, zu geben, füge ich eine von Herrn Professor Geinitz selbst während eines Jahres beobachtete und mir in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellte Grundwasserstandscurve bei.

Grundwasserstand in Rostock 1886/87.

(Trockenes Jahr.)

Unbenutzter, aus Ziegeln gemauerter Brunnenschacht im Garten der Prinzenstrasse 2.

Datum.	Wasserspiegel (Tiefe unter d. Oberfläche.)	Bemerkungen.
28. März	1,80 Meter.	8 Tage nach dem plötzlichen Thauwetter.
4. April	1,67 „	
11. „	1,66 „	
19. „	1,66 „	

Datum.	Wasserspiegel (Tiefe unter d. Oberfläche.)	Bemerkungen.
25. April	1,65 Meter	
2. Mai	1,78 „	
9. „	1,76 „	
16. „	1,87 „	
23. „	1,96 „	
30. „	1,96 „	
6. Juni	2,03 „	
20. „	2,00 „	nach ca. 8 Tage starkem Gewitterregen
27. „	2,12 „	und vorhergegangener Trockenheit.
3. Juli	2,21 „	
18. „	2,24 „	
14. August	2,36 „	
7. September	2,60 „	nach ca. 14tägiger Trockenheit.
23. „	2,73 „	
1. October	2,55 „	vielfach Regen vorher.
10. „	2,61 „	
17. „	2,67 „	
24. „	2,68 „	mehrfach starker Regen.
31. „	2,83 „	
7. November	2,86 „	
21. „	2,83 „	
26. „	2,90 „	
5. December	3,00 „	vorher vielfach starker Regen, seit dem
19. „	2,87 „	18. Schnee und Frost.
26. „	2,92 „	
2. Januar 1887	2,97 „	
9. „	3,06 „	
16. „	2,98 „	
24. „	2,79 „	nach plötzlichem Thauwetter.
30. „	2,87 „	
7. Februar	2,99 „	seit einem Tage wieder Frost.
13. „	3,05 „	vorher starker Frost.
20. „	3,06 „	anhaltender Frost.
27. „	3,07 „	Woche vorher schwaches Thauwetter, etwas Regen; am 27. wieder Frost.
6. März	3,08 „	trocknes Thauwetter.
13. „	3,02 „	neuer Schneefall.
20. „	3,08 „	
27. „	3,06 „	weiterer Schnee und Regen.
3. April	2,95 „	dann wieder trocken.
10. „	2,95 „	
17. „	2,75 „	

10. Mai 1888: 1,36 Meter (nasses Frühjahr).

Bestimmung der organischen Substanzen.

Bis jetzt ist es noch nicht gelungen, viel Licht über die in den natürlichen Wässern auftretenden und mit dem allgemeinen Namen »organische Substanzen« belegten Materien zu verbreiten: man weiss nur, dass sie meistens aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff bestehen und als Zersetzungsproducte stickstoffhaltiger, organischer Körper aufzufassen sind, die entweder ihrer selbst wegen beim Genusse gefahrbringend für den Menschen werden können, oder deren Gegenwart das Fortkommen gewisser krankheitserregenden Bacterien, Pilze u. s. w. begünstigt.

Da wir nur die Elemente kennen, die diese Körper zusammensetzen, aber durchaus nichts über die empirische Formel, geschweige über die Constitution der organischen Substanzen auszusagen im Stande sind, ja es nicht einmal mit einheitlichen homogenen Verbindungen zu thun haben, ist es natürlich unmöglich, Wege zur Isolirung und Bestimmung dieser Materien aufzufinden.

Nichtsdestoweniger sind zahlreiche Methoden vorgeschlagen worden, die uns einen ungefähren Schluss, wenn auch nicht über die chemische Beschaffenheit, so doch entweder über die Gesammtmenge, oder, was noch besser ist, über die Wirkungsfähigkeit dieser im Wasser auftretenden Stoffe gestatten. Die diesen Vorschlägen zu Grunde liegenden Prinzipien sind selbstverständlich, je nach dem Zweck, auf den sie abzielen, verschiedener Natur.

H. Rose[1]) bestimmt die organischen Substanzen aus dem Glühverlust des bei 150 ° erhaltenen Trockenrückstands. Heintz[2]), Müller[3]) und Wittstein[4]) haben dies Verfahren modificirt, das sich übrigens als durchaus ungenau erweist, weil bei der Verbrennung der organischen Stoffe auch weitgreifende Zersetzungen der verschiedenen Salze stattfinden.

---

[1]) Traité de chimie analytique T. 2 p. 1128.

[2]) Zeitschrift f. analyt. Ch. V. 12.

[3] u. [4]) Zeitschrift f. analyt. Chem. XI. 102.

Ebenso unsichere Resultate liefern die Versuche von Wanklyn, Chapman und Smith, die eine Ueberführung des Stickstoffs der organischen Substanz in Ammoniak bezwecken.

Frankland und Armstrong[1]) haben diese Methode einer ausführlichen Critik unterzogen und kommen zu dem Schluss, dass sich nicht der Stickstoff aller solcher Körper in Ammoniak überführen lasse. Meymott Tidy[2]) bestätigt ihre Angaben und empfiehlt das von ihnen vorgeschlagene Verfahren, indem er erwähnt, dass die aus den Wanklyn'schen Versuchen erhaltenen Werthe schwankende sind, während die nach der von Frankland und Armstrong[3]) benutzten Bestimmungsweise wiederholt ausgeführten Analysen constante Zahlen ergaben.

Als eine Vereinfachung des letztgenannten Vorschlages, die organischen Substanzen auf elementaranalytischem Wege zu ermitteln, lassen sich noch die Versuche von F. Schulze[4]) und A. Smetham[5]) nennen, die nur eine Bestimmung des Kohlenstoffs vornehmen.

Sehr umständlich auszuführen ist die Methode von Peligot[6]), der die organischen Verunreinigungen des Wassers mit Eisenchlorid, basisch essigsaurem Blei u. s. w. niederschlägt und sie dann ermittelt. Ein ähnliches Prinzip verfolgt auch Löwe[7]) in seiner 1866 gemachten Mittheilung. Seine Erfolge sind aber nur geringe. Er versucht eine Charakterisirung des erhaltenen Produkts, muss aber da-

---

[1]) Journal of the Chem. Soc. [II] Bd. 6 p. 77.
Zeitschrift f. analyt. Chem. VIII. 487.

[2]) Journal of the Chem. Soc. Nr. 194, 46.
Zeitschrift f. analyt. Chem. XIX. 492.

[3]) Journ. of the Chem. Soc. Vol. 6. 77; Journ. f. pr. Ch. 104. 321.
Zeitschrift f. analyt. Chem. VIII. 488.

[4]) Landwirthschaftliche Versuchsstation Bd. 10, p. 516.
Zeitschrift f. analyt. Chem. VIII. 494.

[5]) The Analyst 5, 156; Zeitschrift f. analyt. Chem. XX. 293.

[6]) Grundlagen zur Beurtheilung des Trinkwassers (Reichhardt) p. 11.

[7]) Zeitschrift f. analyt. Ch. V. 23.

von Abstand nehmen, weil er zu der Ansicht kommt, dass dasselbe ein Gemenge reactionsloser, harzartig eintrocknender Materien ist.

Jedenfalls steht fest, dass die Methode von Frankland und Armstrong, namentlich nach den Abänderungen und Verbesserungen, die letztere durch Dittmar[1]), Robinson[2]), Mills[3]), Lechartier[4]), Dupré[5]) und Mallet[6]) erfahren hat, die genaueste von allen denen ist, welche auf eine Summenbestimmung der organischen Stoffe hinzielen.

Trotzdem ist die Elementaranalyse dieser Körper, weil die Ausführung derselben viel Zeit und Geschick erfordert, wenig in Gebrauch und für cursorische Analysen nicht geeignet. Kubel empfiehlt deshalb in seinem Werk[7]) für dergleichen Untersuchungen andere Bestimmungsweisen. Die eine derselben, die Ermittelung der organischen Substanzen mittelst alkalischer Silberlösung von Fleck[8]) leidet an einigen Missständen und wird wenig benutzt, dagegen sind die beiden andern von F. Schulze[9]) und Kubel[10]) Methoden, die am häufigsten zu vergleichenden Analysen gebraucht werden.

Bei diesen Versuchen muss man natürlich von einer quantitativen Bestimmung der organischen Substanzen

---

[1] u. [2]) Chemical News 36, 26; Zeitschrift f. analyt. Chemie XIX. 491.

[3]) »On potable Waters«, Journal of the chem. society, February 1878; Zeitschrift f. analyt. Chem. XIX. 491.

[4]) Ann. de chim. et de phys. [V. sér.] 19. 257.
Zeitschrift f. analyt. Chem. XX. 128.

[5]) Chem. News 43. 69; Zeitschrift f. analyt. Chem. XXI. 420.

[6]) American Chemical Journal 4, 426; Chem. News 47, 220; Zeitschrift f. analyt. Ch. XXIV. 121.

[7]) »Anleitung zur Untersuchung von Wasser«.

[8]) Zeitschrift f. prakt. Chem. N. F. IV, 364.

[9]) F. Schulze, »Die Rostocker Brunnenwasser«.
Kubel, Anleitung zur Untersuchung von Wasser p. 100, 102 und 108.

[10]) Zeitschrift für analyt. Chem. VI. 252.
Kubel, Anleitung zur Untersuchung von Wasser p. 100, 104 und 108.

Abstand nehmen; allein es ist ja auch eigentlich garnicht unsere Absicht, zu erfahren, wie viele solcher Stoffe überhaupt im Wasser vorhanden sind, (denn es können sehr harmlose Körper, z. B. humusartige Materien, zugegen sein, die durchaus keine schädliche Wirkung beim Genuss ausüben), sondern wir wünschen zu wissen, ob leicht veränderliche, faulende Substanzen, d. h. leicht oxydirbare Körper anwesend sind, und da ist eben das übermangansaure Kali ein sehr passendes Bestimmungsmittel.

F. Schulze beginnt die Oxydation in alkalischer Lösung und führt sie in saurer zu Ende, Kubel lässt die Chamäleonlösung direct auf angesäuertes Wasser wirken.

Man ist bis vor Kurzem noch immer unschlüssig gewesen, welcher von diesen Methoden der Vorzug zu ertheilen sei. Schulze behauptet, die Oxydation sei eine energischere in alkalischer Lösung.

»Die von mir benutzte Verwerthung der Uebermangansäure zur Bestimmung der Gesammtmenge organischer Substanzen in verschiedenen wässerigen Lösungen, u. a. im Fluss- und Quellwasser«, — sagt er[1]) — »gründet sich, wie bereits bemerkt, auf die Wahrnehmung, dass die Uebermangansäure bei Gegenwart von überschüssigem Alkali die meisten Verbindungen dieser Art noch viel energischer oxydirt, als wenn sie im freien Zustande wirkt, und selbst wenn diese Wirkung durch starke Säuren, namentlich Schwefelsäure, unterstützt ist; die alkalische Lösung hat aber noch den besonderen Vorzug, dass dabei die Uebermangansäure für sich, auch wenn das Gemisch andauernd gekocht wird, Sauerstoff nicht anders als an daneben befindliche oxydirbare Substanz abgiebt, dass daher die Vollendung des Oxydationsprocesses durch Hitze bewerkstelligt und beschleunigt werden kann, ohne den Fehler zu verursachen, welchen durch jene Sauerstoffabgabe das Kochen saurer Lösungen befürchten lässt.«

---

[1]) F. Schulze, »Die Rostocker Brunnenwässer«, p. 15.

Professor Reichardt[1]) wendet hiergegen ein, dass durch Alkalizusatz auch organische Kalkverbindungen u. s. w. mit niedergeschlagen und nicht angegriffen werden.

Kubel und Tiemann[2]) urtheilen endlich:

»Von dem Belieben eines Einzelnen hängt es schliesslich ab, die Oxydation in saurer oder alkalischer Lösung vorzunehmen; für die Methode von Kubel lässt sich deren grössere Einfachheit geltend machen, die leicht veränderlichen organischen Substanzen, also die, auf welche es vorzugsweise ankommt, entgehen ihr ebensowenig, wie dem Verfahren von Schulze.«

Neuerdings hat A. Leeds[3]) diese beiden Methoden mit einander verglichen und constatirt, dass die organischen Substanzen in den Wässern, mit denen er seine Versuche angestellt, allmählich durch Kochen mit übermangansaurem Kali weiter zersetzt werden und dass die Einwirkung desselben nach dem Kubel'schen Verfahren eine energischere ist.

Um nun festzustellen, ob die organischen Stoffe anderer Wässer beim Erhitzen mit Chamäleonlösung nach und nach ein ähnliches, regelloses Zerfallen zeigen, oder ob irgend welche Gesetzmässigkeit, namentlich zwischen den Zersetzungen in saurer und alkalischer Lösung herrscht, habe ich Versuche mit den Wässern V, VIII und XII unternommen, die jedenfalls organische Verunreinigungen von sehr verschiedenem Charakter enthielten.

Aus demselben Grunde wiederholte ich auch mit den genannten Wässern die schon von Bachmeyer[4]) angestellten Untersuchungen, welche ergaben, dass die bei der Kubelschen Methode zugesetzte Säuremenge von Einfluss auf den Grad der Zersetzung des übermangansauren Kalis ist.

---

[1]) Reichardt, Grundlagen zur Beurtheilung des Trinkwassers. p. 11.

[2]) Kubel, Anleitung zur Untersuchung von Wasser. p. 109.

[3]) Zeitschrift f. analytische Chem. XXIII. p. 17.

[4]) Zeitschrift f. analyt. Chem. XXIII. p. 353.

Meine Versuche waren demnach die folgenden:

I. Versuch.

a) 100 Cbc. des betreffenden Wassers, nach der Kubel'schen Methode behandelt, wurden mit 5 Cbc. Schwefelsäure (1 : 3) angesäuert und eine bestimmte Zeit gekocht.

Das Wasser Nr. V verbrauchte nach:

		I	II	
5	Min. langem Kochen	1,7 Cbc.	1,6 Cbc.	Chamäleonlös.
10	„ „ „	1,8 „	1,65 „	„
15	„ „ „	2,4 „	2,3 „	„
20	„ „ „	2,6 „	2,6 „	„
25	„ „ „	3 „	2,9 „	„

Das Wasser Nr. VIII verbrauchte nach:

		I	II	
5	Min. langem Kochen	9,7 Cbc.	9,6 Cbc.	Chamäleonlös.
10	„ „ „	10,5 „	10,3 „	„
15	„ „ „	11,7 „	12 „	„

Das Wasser Nr. XII verbrauchte nach:

		I	II	
5	Min. langem Kochen	7,4 Cbc.	7,5 Cbc.	Chamäleonlös.
10	„ „ „	8,4 „	8,3 „	„
15	„ „ „	9,8 „	10 „	„
20	„ „ „	11,7 „	11,8 „	„

b) 100 Cbc. des betreffenden Wassers nach der Schulze'schen Methode behandelt, wurden mit $^1/_2$ Cbc. Natronlauge (1 : 2) versetzt und eine bestimmte Zeit gekocht.

Das Wasser Nr. V verbrauchte nach:

		I	II	
5	Min. langem Kochen	1,4 Cbc.	1,3 Cbc.	Chamäleonlös.
10	„ „ „	1,65 „	1,6 „	„
15	„ „ „	1,8 „	2,0 „	„
20	„ „ „	2,3 „	2,2 „	„
25	„ „ „	2,5 „	2,5 „	„

Das Wasser Nr. VIII verbrauchte nach:

		I
5	Minuten langem Kochen	8,3 Cbc. Chamäleonlösung.
10	„ „ „	9,8 „ „
15	„ „ „	10,1 „ „

Das Wasser Nr. XII verbrauchte nach:

		I
5	Minuten langem Kochen	7,3 Cbc. Chamäleonlösung.
10	„ „ „	7,4 „ „
15	„ „ „	8,8 „ „
20	„ „ „	11,0 „ „

II. Versuch.

100 Cbc. des betreffenden Wassers nach dem Kubelschen Verfahren behandelt, wurden mit 10 Cbc. Schwefelsäure (1 : 3) angesäuert, und das Sieden wurde nach Ablauf der bestimmten Zeit unterbrochen.

Das Wasser Nr. V verbrauchte nach:

		I	II
5	Min. langem Sieden	2,0 Cbc.	2,1 Cbc. Chamäleonlös.
10	„ „ „	2,3 „	2,5 „ „
15	„ „ „	2,8 „	2,7 „ „
20	„ „ „	3,5 „	3,8 „ „

Das Wasser Nr. VIII verbrauchte nach:

		I	II
5	Min. langem Sieden	8,8 Cbc.	8,9 Cbc. Chamäleonlös.
10	„ „ „	11,4 „	11,3 „ „
15	„ „ „	13,4 „	13,2 „ „

Das Wasser Nr. XII verbrauchte nach:

		I	II
5	Min. langem Sieden	8,5 Cbc.	8,3 Cbc. Chamäleonlös.
10	„ „ „	10,0 „	10,3 „ „
15	„ „ „	10,6 „	10,5 „ „
20	„ „ „	11,8 „	11,9 „ „

Die Consequenzen, die aus diesen beiden Versuchen gezogen werden müssen, sind sehr einfacher Natur; es geht deutlich aus den Resultaten hervor, dass an eine

Gesetzmässigkeit bei diesem Oxydationsprocess überhaupt nicht zu denken ist; und sie bestätigen im Uebrigen die durch Leeds und Bachmeyer bekannt gewordenen Thatsachen. Besonders zeigen die Zahlen des I. Versuchs wieder, dass die Einwirkung der Chamäleonlösung in saurer Flüssigkeit eine lebhaftere ist als in alkalischer. Für die vorliegenden Analysen wurde deshalb auch die Kubel'sche Methode gewählt, und nach derselben, wie folgt, verfahren:

100 Cbc. des zu untersuchenden Wassers wurden in einen ca. 300 Cbc. fassenden Kolben gethan, mit 5 Cbc. verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) angesäuert und mit so viel der titrirten Chamäleonlösung (auf $^1/_{100}$-Norm.-Oxals. gestellt) versetzt, dass die rothe Farbe bei dem darauf folgenden, 5 Minuten langen Kochen nicht verschwand. Alsdann wurden 10 Cbc. der $^1/_{100}$-Normal-Oxalsäure hinzugefügt und die farblos gewordene Flüssigkeit mit der Uebermangansäurelösung auf schwache Röthung titrirt.

Von der Gesammtmenge der verbrauchten Chamäleonlösung wurden die zur Oxydation von 10 Cbc. $^1/_{100}$-Normal-Oxalsäure nöthigen Cubikcentimeter der Uebermangansäurelösung subtrahirt und aus der Differenz der verbrauchte Sauerstoff berechnet.

Bestimmung des Ammoniaks.

Die Prüfung auf Ammoniak, welches meistens als Zersetzungsproduct stickstoffhaltiger, organischer Substanzen auftritt, darf bei einer rationellen Wasseruntersuchung niemals vernachlässigt werden, weil uns gerade dadurch ein wichtiger Anhaltspunkt für die Beurtheilung eines Wassers gegeben ist. Freilich sind es nur immer sehr minimale Mengen, die uns in natürlichen Wässern begegnen; wir bedürfen sehr scharfer Prüfungs- und Bestimmungsmittel, so dass die gewöhnlichen quantitativen Methoden, wie Titriren mit normaler Säure oder die gewichtsanalytische Bestimmungsweise, wenig angebracht sein würden.

Zwar hat A. Houzeau[1]) eine directe maassanalytische Ermittelung mit Hülfe einer stark verdünnten Säure von bekanntem Gehalt vorgeschlagen und als Indicator weinrothe Lakmustinctur benutzt, allein mir scheint, wenn auch Houzeau sehr genaue Resultate erhalten hat, ein besonderes Auge dazu zu gehören, um die Endreaction genau erkennen zu können.

Für weit schärfer erachte ich die sich auf eine colorimetrische Bestimmung mit Nessler'schem Reagens stützende Methode.

A. W. Miller[2]) war der erste, der die Quecksilberkaliumjodidreaction zur quantitativen Ermittelung des Ammoniaks vorschlug. Er destillirte das zu untersuchende Wasser mit Barythydrat und stellte durch Colorimetrie den Gehalt an Ammoniak im Destillat fest.

Chapman[3]), Armstrong, Frankland[4]) und Trommsdorf[5]) haben das Verfahren in der Weise abgeändert, dass sie das natürliche Wasser direct auf Ammoniak prüfen, nachdem sie die alkalischen Erden und die Magnesia gefällt. Da die Miller'sche Methode ziemlich umständlich ist, und wegen Anwendung mehrerer Operationen bei der allgemeinen Verbreitung des Ammoniaks leicht Fehler unterlaufen können, besonders aber, falls Harnstoff oder ähnliche Körper im Wasser vorhanden sind, durch die Destillation mit Alkalien grosse Ungenauigkeiten entstehen, halte ich es für praktischer, nach Frankland und Armstrong zu arbeiten, und stellte deshalb bei meinen Untersuchungen die Werthe nach dieser Methode fest.

Auch das von Fleck vorgeschlagene Verfahren, das sich auf einer maassanalytischen Bestimmung des Queck-

---

[1]) Zeitschrift für analytische Chemie XVIII. 614.

[2]) The Journ. of chem. Soc. Ser. 2. Vol. III. p. 117—132. Zeitschrift f. analyt. Chem. IV. 459.

[3]) Zeitschrift f. analyt. Chem. VII. 478.

[4]) Journ. of the chem. Soc. Ser. 2. Vol. VI. p. 77.

[5]) Zeitschrift f. analyt. Chem. VIII. 357.

silbers in dem durch Zusammentreffen von Ammoniak mit Nessler'schem Reagens sich bildenden Niederschlag von der constanten Formel $NHg_2J + H_2O$ gründet, ist zu complicirt und zeitraubend, als dass es sich für cursorische Analysen eigne.

Ich verfuhr demnach, wie folgt:

300 Cbc. des zu untersuchenden Wassers wurden mit 2 Cbc. einer Natriumcarbonatlösung und mit 1 Cbc. Natronlauge versetzt. Von den niedergefallenen Carbonaten der alkalischen Erden und der Magnesia wurde, nachdem dieselben krystallinisch geworden, abfiltrirt und 100 Cbc. des Filtrats mit 1 Cbc. Nessler'schem Reagens versetzt. Fast gleichzeitig wurden mehrere Cylinder mit 100 Cbc. destillirten, ammoniakfreien Wassers gefüllt und zu jedem Cylinder eine bekannte Menge einer Salmiaklösung hinzugefügt, von der jeder Cubikcentimeter 0,05 Mllgr. Ammoniak enthielt. Nachdem zu jedem dieser Cylinder auch 1 Cbc. der Quecksilberkaliumjodidlösung gesetzt war, wurden die entstehenden Farbentöne mit der in dem natürlichen Wasser erzeugten Färbung verglichen und daraus auf den Ammoniakgehalt des zu prüfenden Wassers geschlossen.

Die Bestimmung der Salpetersäure.

Da die Leichtlöslichkeit aller constant zusammengesetzten Verbindungen der Salpetersäure eine gewichtsanalytische Bestimmung ausschliesst, ist man darauf angewiesen, zu versuchen, auf Umwegen eine quantitative Ermittelung dieses Körpers zu erzielen.

Es sind zu diesem Ende im Laufe der Zeit zahlreiche Methoden vorgeschlagen worden, die entweder eine Bestimmung aus dem Glühverlust bezwecken, oder durch quantitative Ermittelung der Reductionsproducte dieser Säure ihre Werthe feststellen, oder in denen schliesslich die durch diesen Körper erfolgte Oxydation eine Rolle spielt.

Mehr oder weniger werden aber fast alle diese Methoden durch andere Verbindungen beeinflusst; namentlich wenn es gilt, die in verdünnten Salzlösungen, wie z. B. in den natürlichen Wässern, zuweilen vorkommenden geringen Quantitäten oder Spuren dieser Säure zu bestimmen, giebt es nur wenige, ja man kann wohl sagen nur eine Bestimmungsweise, die schnell und dabei genau zu arbeiten gestattet. Ich meine das von F. Schulze[1]) und später von Tiemann[2]) modificirte Verfahren nach Schlösing[3]).

Kubel und Tiemann sagen in ihrem Werk[4]), indem sie die drei bei Wasseranalysen am meisten gebrauchten Methoden vergleichen: »Aus den umstehend angeführten Zahlen geht hervor, dass das modificirte Verfahren von Schulze unter allen Umständen das genaueste Resultat liefert, der nach Reichardt[5]) ermittelte Salpetersäuregehalt des Wassers ist fast immer unbedeutend zu niedrig, und die nach Marx[6])-Trommsdorf[7]) festgestellten Werthe sind ungenaue, wenn das geprüfte Wasser bedeutende Mengen leicht oxydirbarer Substanzen enthält.«

Alle andern bekannten Verfahren enthalten die ähnlichen Fehlerquellen, wie das Marx'sche. Sie werden alle, wenn auch in verschiedenem Grade, durch die in den natürlichen Wässern stets auftretenden organischen Substanzen und durch das häufige Vorkommen von Ammoniak und salpetriger Säure beeinflusst.

---

[1]) Zeitschrift f. analyt. Chem. IX. 401.
Tiemann, Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft 1873. p. 1038 und 1041.

[2]) Berichte der deutsch. chem. Gesellsch. 11. 920.
Zeitschrift f. analyt. Chem. XVI. 300.

[3]) Journal f. prakt. Chem. 62. 142.
Annal. de chim. [III] Band 40. p. 479.
Zeitschrift f. analyt. Chem. I. 38.

[4]) Anleitung zur Untersuchung von Wasser, II. Auflage p. 70.

[5]) Zeitschrift f. analyt. Chem. IX. 24.

[6]) Zeitschrift f. analyt. Chem. VII. 412.

[7]) Zeitschrift f. analyt. Chem. IX. 168.

Am ungenauesten erweisen sich jedenfalls die Zahlen, die aus der von A. Müller[1]) publicirten und von G. C. Wittstein[2]) verbesserten Methode resultiren. Etwas günstiger verfährt man nach den Vorschlägen von Pelouze[3]), E. Pugh[4]), C. Weltzien[5]) und H. Fleck[6]). Allein auch diese Bestimmungsweisen, sowie das von F. Schulze[7]) 1861 vorgeschlagene und von Harcourt[8]), Chapman[9]), Leeds[10]), Whitley Williams[11]) und F. P. Perkins[12]) mehrfach modificirte Ammoniakverfahren, ferner die Schulze'sche gasvolumetrische Bestimmung, die sogenannte Wasserstoffdeficitmessung[13]), geben nicht ganz zufriedenstellende Werthe.

A. Wagner[14]) schlägt endlich eine Methode vor, nach welcher er bei Wasser mit wenig organischer Substanz und Spuren dieser Säure gute Resultate erzielt, bei grösseren Mengen oxydirbarer Körper bedient auch er sich des Schulze-Tiemann'schen Verfahrens.

---

[1]) Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft 1870, Nr. 13.
Zeitschrift f. analyt. Chem. XI. 102.

[2]) Zeitschrift f. analyt. Chem. XI. 102.

[3]) Zeitschrift f. analyt. Chem. I. 305.

[4]) Zeitschrift f. analyt. Chem. IV. 460.
Kopp und Will, Jahresbericht d. Chem. 1859 p. 672.

[5]) Annalen d. Chem. u. Pharm. Bd. 132 p. 215.
Zeitschrift f. analyt. Chem. IV. 461.

[6]) Journal f. prakt. Chem. Bd. 108. p. 53.
Zeitschrift f. analyt. Chem. IX. 398.

[7]) Chem. Centralblatt 1861, Nr. 53.
Zeitschrift f. analyt. Chem. II. 14.

[8]) Zeitschrift f. analyt. Chem. II. 14.

[9]) Zeitschrift f. analyt. Chem. VII. 415 u. VIII. 216.
Journ. of the chem. soc. [II] Bd. 6. p. 172.

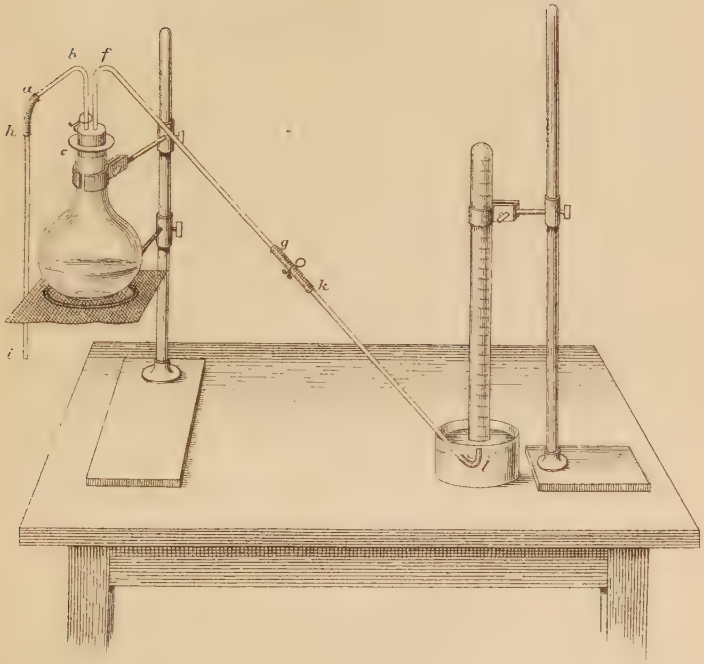
[10]) Zeitschrift f. analyt. Chem. XVII. 279 u. XVIII. 428.

[11]) Zeitschrift f. analyt. Chem. XXI. 418.
The Analyst 6. 36.

[12]) Zeitschrift f. analyt. Chem. XXI. 418.
The Analyst 6. 58.

[13]) Zeitschrift f. analyt. Chem. II. 305.

[14]) Zeitschrift f. analyt. Chem. XI. 314.
Zeitschrift f. analyt. Chem. XVIII. 552.
Zeitschrift f. analyt. Chem. XX. 340.



Apparat zur Salpetersäurebestimmung
nach
Schulze-Tiemann

Man darf also wohl mit Recht die zuletzt erwähnte Bestimmungsweise als Muster hinstellen. Obgleich dieselbe anfangs etwas complicirt erscheinen mag, arbeitet man doch mit ein wenig Uebung sehr schnell, in einer halben Stunde ist die ganze Analyse vollendet.

Ich verfuhr danach wie folgt:

250 Cbc. des zu prüfenden Wassers wurden auf etwa 50 Cbc. vorsichtig eingedampft und mit den ausgeschiedenen Carbonaten in ein ca. 200 Cbc. fassendes Kölbchen gebracht. Das letztere ist mit einem doppelt durchbohrten Gummistopfen, durch den zwei gebogene Glasröhren *abc* und *efg* führen, verschlossen. Die Röhre *abc* ragt zu einer nicht zu feinen Spitze ausgezogen ungefähr 2 cm unter dem Kork hervor, während die andere mit der untern Fläche des Stopfens abschneidet. Bei *a* und *g* sind die Röhren mit Kautschuckschläuchen versehen, welch letztere wiederum mit den Röhren *hi* und *kl* verbunden sind und durch Quetschhähne verschlossen werden können. Ueber das sanft gebogene Ende der Glasröhre *kl* ist ein Gummischlauch gezogen, um das Zertrümmern zu verhindern. Man kocht bei offenen Röhren, bis durch die entweichenden Wasserdämpfe alle Luft verdrängt und das die Nitrate enthaltende Wasserquantum auf ungefähr 20 Cbc. eingeengt worden ist. Alsdann führt man das gebogene Ende der Röhre *kl* unter eine luftfreie (ausgekochte) 10 %-tige Natronlauge und schliesst den Quetschhahn bei *g*, um die Dämpfe durch die Röhre *abc* entweichen zu lassen.

Ist ungefähr noch 10—15 Cbc. Flüssigkeit im Kolben, so taucht man das Rohr *hi* in eine concentrirte Eisenchlorürlösung und schliesst den Quetschhahn bei *a*, nachdem die Flamme entfernt worden. Nach einigen Minuten giebt sich durch Zusammenziehen der Schläuche bei *a* und *g* ein Vacuum im Kolben zu erkennen. Man öffnet nun den Quetschhahn bei *a*, spritzt 15—20 Cbc. der Eisenchlorürlösung in den Kolben, verdrängt dieselbe aus dem Glasrohr *abc* durch mässig concentrirte Salzsäure,

ohne jedoch Luft eindringen zu lassen und verschliesst darauf bei *a* wieder. Hierauf wird erhitzt, der Hahn bei *g* entfernt, wenn der Luftdruck überwunden ist, und das sich entwickelnde Stickoxyd in einem graduirten Rohr über der vorher beschriebenen Natronlauge aufgefangen.

Die nach dem Erkalten abgelesenen Cubikcentimeter Stickoxyd werden auf ihr Volumen bei 0 ° und 760 mm Barometerstand reducirt und auf N_2O_5 berechnet.

Die Bestimmung der salpetrigen Säure.

Die in den natürlichen Wässern vorkommende salpetrige Säure lässt, wie das in ihnen auftretende Ammoniak, auf eine Verwesung organischer Körper schliessen. Ihre quantitative Ermittelung ist deshalb auch von der grössten Bedeutung für die Beurtheilung eines Wassers. Freilich muss man auch hier, wie bei der Salpetersäurebestimmung, auf eine gewichtsanalytische Ermittelung verzichten; denn für die Feststellung ihrer Werthe treten nicht nur die ähnlichen Missstände wie bei der Bestimmung des vorhergenannten Körpers zu Tage, sondern es kommt noch ein die Analyse sehr erschwerender Umstand hinzu, nämlich das Auftreten von meistens nur äusserst geringen Spuren dieser Säure.

Um diese zu ermitteln, muss man deshalb, ähnlich der Ammoniakbestimmung, auf indirectem Wege vorgehen. Wir sind jedoch nichtsdestoweniger im Stande, mittelst der hierfür vorgeschlagenen Methoden ziemlich genaue Angaben über die Quantität der salpetrigen Säure zu machen.

Es sind dies ebenfalls wieder colorimetrische Bestimmungsweisen, und zwar sind deren zwei, die beide auf verschiedenen Prinzipien beruhen. Trommsdorf[1]) wählte die durch Einwirkung von Jodzinkstärkelösung auf salpetrige Säure entstehende Farbenreaction, während

[1]) Zeitschrift f. analyt. Chem. VIII. 358.

sich das von P. Griess[1]) vorgeschlagene und von C. Preusse[2]) und Tiemann[3]) modificirte Verfahren auf die Umwandlung von Metadiamidobenzol in Triamidoazobenzol durch diese Säure und auf das damit verbundene Auftreten einer intensiv gelben Farbe stützt.

Es existiren nun allerdings noch zwei Methoden, die ihre Resultate volumetrisch feststellen; ich meine die von Feldhausen[4])-Kubel[5]) herrührende Bestimmung mit übermangansaurem Kali und die neuerdings von Leeds[6]) vorgeschlagene Titration mit Jodkalium und unterschwefligsaurem Natron; allein beide Methoden scheinen mir nicht günstig für die vorliegende Arbeit. Man kann nur bei Anwesenheit grösserer Mengen salpetriger Säure mit ihnen genauere Resultate erzielen, und ferner halte ich die letztgenannte Bestimmungsweise wegen der vielen Manipulationen für cursorische Analysen für durchaus nicht zweckentsprechend.

Ich musste also zwischen den beiden ersterwähnten Verfahren eine Wahl treffen, und da liess mich die gelbe Färbung verschiedener Wässer, welche auch bei der bekannten Fällung mit kohlensaurem Natron und Natronlauge nicht verschwand, auf die Griess'sche Methode Verzicht leisten.

Ich arbeitete daher nach Trommsdorf, wie folgt:

Zu 100 Cbc. des zu prüfenden Wassers, das in einem Glascylinder eine 18—20 cm hohe Schicht einnimmt, werden 3 Cbc. einer Zinkjodidstärkelösung und 1 Cbc. verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) gesetzt. Fast gleichzeitig hat man mehrere gleiche Cylinder, die mit destillirtem Wasser gefüllt, ähnlich hergerichtet, nur mit dem Unterschiede, dass man zu jeder dieser Portionen eine be-

[1]) Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. 11. 624. Zeitschrift f. analyt. Chem. XVII. 369.

[2] u. [3]) Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. 11. 627. Zeitschrift f. analyt. Chem. XVII. 370.

[4]) Zeitschrift f. analyt. Chem. I. 426.

[5]) Journal f. prakt. Chem. 73. 473.

[6]) Zeitschrift f. analyt. Chem. XVIII. 536.

stimmte Menge einer Nitritlösung gefügt hat, von der jeder Cubikcentimeter 0,01 Mllgr. N_2O_3 enthält. Man vergleicht nun die im destillirten Wasser erzeugten Färbungen mit dem Farbenton des natürlichen Wassers und schliesst daraus auf den Gehalt an salpetriger Säure.

Die Bestimmung des Chlors.

Die Bestimmung des in natürlichen Wässern meistens an Natrium gebundenen Chlors geschieht am besten bei cursorischen Analysen auf volumetrischem Wege, trotz der Einwände von A. Leeds[1]), der bei seinen Untersuchungen die Bemerkung gemacht haben will, dass das genaue Erkennen der Endreaction durch die häufig etwas gefärbten Wässer verhindert wird und die erhaltenen Werthe in Folge dessen an einer kleinen Ungenauigkeit leiden sollen.

Kubel und Tiemann[2]) äussern sich ganz anders über die Methode; sie behaupten: »Der Gehalt eines Wassers an diesem Körper (Chlor) ist mit grösster Sicherheit durch Titriren mit Silberlösung zu bestimmen.«

Es wurde deshalb unbeanstandet dieses Verfahren gewählt. Bei der Ausführung wurden 50 resp. 100 Cbc. des Wassers mit einigen Tropfen einer neutralen Kaliumchromatlösung deutlich gelb gefärbt und aus einer in $^1/_{10}$ Cbc. getheilten Glashahnbürette so lange eine $^1/_{10}$ Normal-Silbernitratlösung zufliessen gelassen, bis nach Zersetzung des Chlorids die Fällung des Chromats begann, die Flüssigkeit also einen deutlich röthlichen Schein zeigte. Aus dem Verbrauch an Silberlösung wurde der Chlorgehalt des Wassers berechnet.

Bestimmung der Schwefelsäure.

Bei der Schwefelsäurebestimmung gab ich dem gewichtsanalytischen Verfahren vor den volumetrischen Me-

[1]) Zeitschrift f. analyt. Chem. XVII. 277.

[2]) Kubel-Tiemann, Anleitung zur Untersuchung von Wasser, II. Auflage, Seite 52.

thoden von Wildenstein[1]) und Boutron und Boudet[2]) den Vorzug.

Es wurden 250—1000 Cbc. des Wassers mit Salzsäure angesäuert (im Falle, dass 1000 Cbc. vorlagen, auf das erstgenannte Quantum eingedampft), zum Sieden erhitzt und mit einer heissen, stark verdünnten Baryumchloridlösung (1 : 50) die Schwefelsäure ausgefällt. Den entstandenen Niederschlag liess ich sich absetzen, goss nach mehrstündigem Stehen die klare Flüssigkeit durch ein Filter und brachte nach wiederholtem Decantiren mit heissem, destillirten Wasser den Niederschlag auch auf dasselbe. Nachdem gut ausgewaschen und getrocknet worden war, wurde das Filter mit dem Niederschlag zusammen in einem Platintiegel verascht, die durch die Filterkohle eventuell eingetretene Reduction des Baryumsulfats durch vorsichtiges Abrauchen mit einem Tropfen Schwefelsäure wieder aufgehoben, der Tiegel nach dem Erkalten im Exsiccator gewogen und aus dem Gewicht des schwefelsauren Baryts die Menge SO_3 berechnet.

Härtebestimmungen.

Will man schnell einen Aufschluss haben über die in einem natürlichen Wasser vorkommende Gesammtmenge von Calcium- und Magnesiumsalzen, und wünscht man ferner die Frage beantwortet, ein wie grosser Theil dieser sogenannten Härte durch kohlensaure Verbindungen bedingt werde, so nimmt man gewöhnlich nicht die später beschriebene quantitative Bestimmung der einzelnen Bestandtheile vor, sondern bedient sich der sogenannten Härtebestimmungen, deren Prinzip entweder auf einer Zersetzung von Kaliseife durch alkalische Erden und Magnesia beruht, oder denen ein rein acidimetrisches Verfahren zu Grunde liegt.

---

[1]) Zeitschrift f. analyt. Chem. I. 323.
[2]) Zeitschrift f. analyt. Chem. VIII. 340.

Dies letztere ist bei der von A. Wagner[1]) 1872 vorgeschlagenen Methode der Fall, die aber wenig Anwendung gefunden hat, da sie sich nur zur Bestimmung der vorübergehenden Härte eignet. Alle andern Bestimmungsweisen stützen sich auf die Bildung einer unlöslichen Seife, welches Prinzip zuerst von Clark[2]) vorgeschlagen wurde. Seine Methode muss bis jetzt noch als die genaueste angesprochen werden, denn Wilson[3]), Boutron und Boudet[4]), Fleck[5]) und Tichborne[6]) haben dieselbe nur modificirt und mit ihren Abänderungen eine Abkürzung und Verbesserung des Clark'schen Verfahrens angestrebt, dadurch aber meistens nur grössere Fehlerquellen geschaffen.

Ich arbeitete deshalb nach Clark, der diese Ausführung vorschreibt:

A.

Gesammthärte.

20 oder 50 Cbc. des Wassers wurden in eine 200 Cbc.-Flasche mit eingeschliffenem Glasstöpsel gebracht und zu einer 100 Cbc. anzeigenden Marke mit destillirtem Wasser aufgefüllt. Aus einer Bürette wurde darauf eine titrirte Seifelösung so lange zufliessen gelassen, bis sich nach kräftigem Schütteln ein dichter, nicht bald verschwindender Schaum zeigte. Nach einer von Faisst und Knauss[7]) berechneten Tabelle ergaben sich dann aus dem Verbrauch an Seifelösung die Härtegrade.

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 201. 426.
Zeitschrift f. analyt. Chem. XI. 333.

[2]) Repertory of Patent Inventions 1841.
Jahresbericht für Chem. 1850. 608.

[3]) Annalen d. Chem. u. Pharm. 119. 318; Zeitschrift f. analyt. Chemie I, 106.

[4]) Chem. Centralbl. 1855 343. Hydrométrie par Boutron et Boudet, Libr. Masson, Paris.

[5]) Dingl. polyt. Journ. 185 p. 226.
Zeitschrift f. analyt. Chem. VII. 351.

[6]) The Analyst 7. 198, Zeitschrift f. analyt. Ch. XXII. 600.

[7]) Siehe Kubel - Tiemann, »Anleitung zur Untersuchung von Wasser«, II. Auflage p. 24.

B.

Bleibende Härte.

250 Cbc. des Wassers wurden $^1/_2$ Stunde unter annähernder Ersetzung des verdampften Wassers im Sieden erhalten, nach dem Erkalten in einen 250 Cbc.-Kolben zurückgespült, bis zur Marke mit destillirtem Wasser aufgefüllt und filtrirt. Mit 20 resp. 50 Cbc. des ausgekochten Wassers wurde dann wie unter A. verfahren.

Bevor ich nun die Analysentabellen folgen lasse, muss ich noch der nach Abschluss der cursorischen Bestimmungen vorgenommenen ausführlichen Untersuchung Erwähnung thun und die für dieselbe benutzten Methoden kurz schildern. Es wurden bei der letzteren ausser den vorher erwähnten Körpern noch quantitativ ermittelt: die festen Rückstände, die gebundene Kohlensäure, die Kieselsäure, Thonerde, Kalk, Magnesia und die Alkalien. Von einer Bestimmung des Eisens und der Phosphorsäure musste ich Abstand nehmen, weil diese Körper nur in äusserst geringen Spuren auftraten.

Bestimmung der festen Rückstände.

500 Cbc. des Wassers wurden vorsichtig zur Trockne verdampft, der Rückstand bei 150 ° getrocknet und nach dem Erkalten im Exsiccator gewogen.

Bestimmung der gebundenen Kohlensäure.

Für die Bestimmung der gebundenen Kohlensäure wandte ich die von Herrn Professor O. Jacobsen bei der Untersuchung der Güstrower Brunnenwässer benutzte und von ihm als durchaus zuverlässig befundene volumetrische Methode an:

100 Cbc. des Wassers wurden bei schliesslich bis zum Sieden gesteigerter Temperatur mit $^1/_{50}$ Normal-Salzsäure titrirt (unter Anwendung von empfindlicher Lacmustinctur als Indicator).

Bestimmung der Kieselsäure, der Thonerde, des Kalks und der Magnesia.

2000 Cbc. des Wassers wurden nach dem Ansäuern mit Salzsäure auf dem Wasserbade zur staubigen Trockne verdampft, der Rückstand mit etwas concentrirter Salzsäure befeuchtet, die nach kurzem Stehen ausgeschiedene Kieselsäure mit wenig destillirtem Wasser aufgerührt, aufs Filter gebracht, getrocknet, geglüht und gewogen.

In dem Filtrat der Kieselsäure wurde durch Fällung mit Ammoniak die Thonerde (zusammen mit den Spuren von Eisen und Phosphorsäure) bestimmt.

Das Filtrat des Thonerde-Niederschlags wurde mit oxalsaurem Ammon versetzt und der ausgeschiedene oxalsaure Kalk für die Wägung in Aetzkalk übergeführt.

In der von dem Calciumoxalat abfiltrirten Flüssigkeit wurde dann die Magnesia durch phosphorsaures Natrium gefällt und als pyrophosphorsaure Magnesia bestimmt.

Bestimmung der Alkalien.

1000 oder 2000 Cbc. des Wassers wurden auf ca. 150 Cbc. eingedampft, mit überschüssigem Barythydrat versetzt, in einen 250 Cbc.-Kolben gespült und zur Marke mit destillirtem Wasser aufgefüllt. Zu 200 Cbc. der von dem entstandenen Niederschlag abfiltrirten Flüssigkeit wurde Ammoniumcarbonat gefügt und das Ganze wieder auf 250 Cbc. gebracht. Es wurde dann ein aliquoter Theil der von dem Niederschlag befreiten Flüssigkeit mit etwas oxalsaurem Ammon zur Trockne gedampft und der Rückstand nach schwachem Glühen mit wenig destillirtem Wasser auf ein Filter gebracht. Das mit Salzsäure versetzte Filtrat wurde trocken geraucht und die restirenden Alkalichloride schwach geglüht und gewogen.

Aus diesem Gemenge von Kalium- und Natriumchlorid wurde dann der erste Körper als Kaliumplatinchlorid ermittelt und das Natrium als Rest bestimmt.

Berechnung der Analysen.

Die I. Tabelle der ausführlichen Analysen enthält die direct gefundenen Werthe mit Ausnahme der Zahlen für die Alkaliverbindungen, die nicht als Chloride sondern als Oxyde in Rechnung gebracht wurden. Es musste deshalb von der Summe der Bestandtheile die dem Chlor äquivalente Sauerstoffmenge subtrahirt werden.

In der II. Tabelle wurde bei der Berechnung auf Salze, wie folgt, verfahren:

Die gesammte Schwefelsäure wurde an Kalk,
die Magnesia an Kohlensäure,
der Rest der Kohlensäure an Kalk,
der Rest des Kalks an Salpetersäure und
der Rest der Salpetersäure an Kaliumoxyd gebunden.

Aus dem an Salpetersäure gebundenen Kaliumoxyd wurde die ihm entsprechende Menge Kaliumchlorid berechnet und von der durch die directe Bestimmung als Kaliumchlorid erhaltenen Zahl subtrahirt. Die Differenz stellt den Werth des wirklich vorhandenen Kaliumchlorids dar.

Die in diesem Kaliumchlorid befindliche Menge Chlor wurde von der durch die Analyse ermittelten Zahl für Chlor subtrahirt und der sich als Differenz ergebende Werth auf Natriumchlorid berechnet.

I. Tabelle der cursorischen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I.	II.	III[1]).	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Chlor Cl	0,03195	0,1278	0,02485	0,08165	0,071	0,0781	0,1278	0,639	0,1917	1,04	0,0355	0,0355
Schwefelsäure SO_3	—	0,164	0,0272	0,1172	0,064	0,0732	0,092	0,188	0,108	0,128	0,0136	0,0136
Salpetersäure N_2O_5	—	0,1548	0,0296	0,0392	0,1006	0,1483	0,2065	0,4347	0,2269	—	—	—
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	—	0,00015	—	—	—	—	—	—	—	—
Ammoniak NH^3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sauerstoffverbrauch für organische Subst. (Gramme O im Liter.)	0,0025	0,0024	0,0018	0,0009	0,0013	0,0015	0,0018	0,0047	0,0025	0,0036	0,0036	0,0026
Gesammthärte (Härtegrade)	13,16	36,39	20	26,66	21,98	23,28	28,75	53,08	27,36	11,13	9,5	9,5
Bleibende Härte (Härtegrade)	4	14	5,9	9,84	3,8	8	6,38	19,35	12,11	5,1	4,05	4,05
Temperatur d. Wassers b. Schöpfen	11 °	13 °	11 °	10 °	13 °	11 °	11 °	12 °	11 °	4 °	5 °	7 °

Die Wässer Nr. I—VI wurden geschöpft am 20. November 1886.
„ „ „ VII—XII „ „ „ 4. December 1886.

[1]) Brunnen auf dem Friedhof.

II. Tabelle der cursorischen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I.	II.	III[1]).	IV.	V.	VI.	VII.	VIII[2]).	IX.	X.	XI.	XII.
Chlor Cl	0,03195	0,1278	0,0959	0,0817	0,071	0,0888	0,1278	—	0,1775	0,5396	0,0355	0,0355
Schwefelsäure SO_3	—	0,16	0,08	0,112	0,0616	0,076	0,0912	—	0,0946	0,0708	0,0166	0,0166
Salpetersäure N_2O_5	—	0,1737	0,1456	0,0374	0,0993	0,1443	0,2018	—	0,1915	—	—	—
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	—	0,00014	—	—	—	—	—	—	—	—
Ammoniak NH_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sauerstoffverbrauch f. organ. Substanzen. (Gramme 0 auf 1 Ltr.)	0,0025	0,0024	0,0006	0,00024	0,0009	0,0010	0,0018	—	0,0062	0,0051	0,0041	0,0037
Gesammthärte (Härtegrad)	13,16	36,39	26,66	26,66	21,98	23,28	28,75	—	25,39	11,13	10,13	10,13
Bleibende Härte (Härtegrad)	1,8	12,33	10,1	9,31	4,3	8	9,5	—	7	4,5	3,25	3,25
Temperatur d. Wassers b. Schöpfen	10 0	12 0	10 0	9 0	12 0	11 0	9 0	—	10 0	2 0	2 0	5 0

Die Wässer Nr. I— VI wurden geschöpft am 3. Januar 1887.
„ „ „ VII—XII „ „ „ 15. Januar 1887.

[1]) Brunnen bei der Navigationsschule. (Mit dieser Tabelle beginnen die Analysen dieses ebengenannten Brunnens.)
[2]) Pumpe gefroren.

III. Tabelle der cursorischen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII[1]).	IX.	X.	XI.	XII.
Chlor Cl	0,03195	0,1278	0,0935	0,0817	0,071	0,0781	0,1278	—	0,20235	0,9818	0,0355	0,0355
Schwefelsäure SO_3	—	0,1664	0,08	0,1152	0,0612	0,0756	0,092	—	0,1112	0,1204	0,0166	0,0176
Salpetersäure N_2O_5	—	0,1759	0,1373	0,0258	0,0919	0,1264	0,2032	—	0,2391	—	—	—
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	—	0,00015	—	—	—	—	—	—	—	—
Ammoniak NH_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sauerstoffverbrauch f. organ. Substanzen. (Gramme O für 1 Ltr.)	0,0023	0,0019	0,0011	0,00054	0,0019	0,0015	0,0015	—	0,0039	0,0044	0,0041	0,0036
Gesammthärte (Härtegrad)	13,16	35,69	28,05	25,91	21,33	23,28	28,05	—	25,39	11,37	9,5	9,5
Bleibende Härte (Härtegrad)	1,55	12,33	10,36	8,92	3,3	8,26	8,87	—	7	7	3,87	3,87
Temperatur d. Wassers b. Schöpfen	10,5 °	10,5 °	10 °	8,5 °	11,5 °	11 °	10 °	—	9 °	2 °	2 °	4 °

Die Wässer Nr. I - VI wurden geschöpft am 29. Januar 1887.
„ „ „ VII—XII „ „ „ 12. Februar 1887.

[1]) Pumpe gefroren.

IV. Tabelle der cursorischen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Chlor Cl	0,03195	0,1278	0,0935	0,0817	0,071	0,0781	0,1278	0,6212	0,2059	1,263	0,0355	0,0355
Schwefelsäure SO_3	—	0,1636	0,0832	0,1168	0,0728	0,0748	0,0876	0,1912	0,1036	0,1444	0,0096	0,0096
Salpetersäure N_2O_5	—	0,1707	0,1513	0,0268	0,0913	0,1287	0,2017	0,3832	0,2280	—	—	—
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	—	0,00015	—	—	—	—	—	—	—	—
Ammoniak NH_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sauerstoffverbrauch f. organ. Substanzen (Gramme O für 1 Ltr.)	0,0029	0,0021	0,0013	0,00084	0,0016	0,0018	0,0019	0,0061	0,0055	0,0046	0,0043	0,003
Gesammthärte (Härtegrad)	13,16	25,69	28,05	25,91	21,33	22,63	28,05	49,41	25,39	11,37	9,5	9,5
Bleibende Härte (Härtegrad)	1,55	11,66	10,1	8,92	4,3	8	8,25	14,37	7	7	3,87	3,87
Temperatur d. Wassers b. Schöpfen.	10 °	9 °	8,5 °	8 °	9 °	9 °	8,5 °	10 °	9,5 °	5 °	5 °	6,5 °

Die Wässer I— VI wurden geschöpft am 26. Februar 1887.
„ „ VII—XII „ „ „ 12. März 1887.

V. Tabelle der cursorischen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Chlor Cl	0,03195	0,1278	0,0935	0,0817	0,0746	0,0781	0,1359	0,5964	0,2059	1,1644	0,0355	0,0355
Schwefelsäure SO_3	—	0,1628	0,0816	0,1168	0,0742	0,0784	0,09	0,1784	0,1084	0,1404	0,0156	0,0164
Salpetersäure N_2O_3	—	0,1671	0,1485	0,0241	0,0938	0,1250	0,1982	0,3745	0,2217	—	—	—
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	—	0,00015	—	—	—	—	—	—	—	—
Ammoniak NH_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sauerstoffverbrauch f. organ. Substanzen. (Gramme O für 1 Ltr.)	0,0024	0,0019	0,0012	0,00074	0,0011	0,0016	0,0017	0,0064	0,0038	0,0053	0,0049	0,0034
Gesammthärte (Härtegrad)	12,61	35	27,36	25,26	20,65	21,98	28,05	49,41	21,98	11,37	8,88	8,88
Bleibende Härte (Härtegrad)	1,55	12,33	10,10	8,26	5,36	8	8,25	16,72	7,625	8,25	5,13	5,13
Temperatur d. Wassers b. Schöpfen	8 °	9 °	8 °	7,5 °	9 °	9 °	9 °	10 °	10 °	10,5 °	10,5 °	9 °

Die Wässer Nr. I— VI wurden geschöpft am 30. März 1887.
„ „ „ VII—XII „ „ „ 13. April 1887.

VI. Tabelle der cursorischen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I[1]).	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX[2]).	X.	XI.	XII.
Chlor Cl	—	0,1314	0,0935	0,0817	0,0746	0,0817	0,1359	0,5538	- -	0,6816	0,0355	0,0355
Schwefelsäure SO_3	—	0,1656	0,0796	0,1196	0,0696	0,0804	0,0886	0,1678	—	0,0832	0,016	0,0168
Salpetersäure N_2O_5	—	0,1728	0,1511	0,0239	0,0913	0,1217	0,2027	0,3300	—	—	—	—
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	—	0,00015	—	—	—		—	—	—	—
Ammoniak NH_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sauerstoffverbrauch für organische Subst. (Gramme O für 1 Ltr.)	—	0,0021	0,0014	0,00109	0,0017	0,0017	0,0022	0,0063		0,0055	0,0050	0,0035
Gesammthärte (Härtegrade)	—	35	27,36	25,91	20,65	22,63	28,75	47,94	—	10,13	8,88	8,88
Bleibende Härte (Härtegrade)	—	13,17	10,67	8,26	3,55	8,26	8,88	15,39	—	6,38	4,5	4,5
Temperatur d. Wassers b. Schöpfen	—	9 0	8 0	9,5 0	9 0	9 0	9,5 0	11 0	—	15,5 0	15 0	13 0

Die Wässer Nr. I— VI wurden geschöpft am 27. April 1887.
„ „ „ VII—XII „ „ „ 7. Mai 1887.

[1]) Der Brunnen wurde am 27. April 1887 geschlossen.
[2]) Der Brunnen gab kein Wasser.

VII. Tabelle der cursorischen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Chlor Cl	—	0,1314	0,0935	0,0817	0,0746	0,0817	0,1359	0,5929	—	0,6497	0,0355	0,0355
Schwefelsäure SO_3	—	0,1724	0,0834	0,1154	0,0687	0,0756	0,0903	0,1745	—	0,1656	0,016	0,016
Salpetersäure N_2O_3	—	0,1708	0,1506	0,0270	0,0965	0,1332	0,1989	0,3417	—	—		—
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	—	Spuren	—	—	—	Spuren	—	—	—	—
Ammoniak NH_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sauerstoffverbrauch f. organ. Substanzen. (Gramme O für 1 Ltr.)	—	0,0025	0,0019	0,0011	0,0012	0,0019	0,0019	0,0063	—	0,0058	0,0048	0,0044
Gesammthärte (Härtegrad)	—	35	29,45	25,26	20	21,33	27,36	47,94	—	10,75	8,88	8,88
Bleibende Härte (Härtegrad)	—	12,06	10,67	8,26	5,62	9,58	6,38	15,39	—	8,25	5,13	5,75
Temperatur d. Wassers b. Schöpfen	—	9,5 0	9 0	11 0	9 0	10 0	11 0	11 0	—	18 0	17 0	16 0

Die Wässer Nr. I— VI wurden geschöpft am 21. Mai 1887.
„ „ „ VII—XII „ „ „ 4. Juni 1887.

VIII. Tabelle der cursorischen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Chlor Cl	—	0,1314	0,0781	0,0817	0,0746	0,0888	0,071	0,6106	0,2292	1,1822	0,0355	0,0355
Schwefelsäure SO_3	—	0,1703	0,0804	0,1179	0,0715	0,0804	0,0481	0,1928	0,1164	0,136	0,012	0,012
Salpetersäure N_2O_5	—	0,1711	0,1268	0,0261	0,0666	0,1438	0,0906	0,3666	0,2681	—	—	—
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	—	—	—	—	—	Spuren	Spuren	—	—	—
Ammoniak NH_3	—	—	—	—	—	—	—	0,0003	—	—	—	—
Sauerstoffverbrauch f. organ. Substanzen. (Gramme O für 1 Ltr.)	—	0,0021	0,0015	0,001	0,0012	0,0018	0,0019	0,0064	0,0029	0,0052	0,0042	0,0031
Gesammthärte (Härtegrad)	—	35	26,66	25,39	20	23,28	16,72	49,41	26,66	10,13	7,63	7,63
Bleibende Härte (Härtegrad)	—	12,33	8,52	8	6,16	8,53	12,11	14,37	9,5	8,25	2,3	2,3
Temperatur d. Wassers b. Schöpfen	—	10 0	9,5 0	15,5 0	10 0	10 0	10,5 0	12 0	10 0	22 0	21,5 0	20 0

Die Wässer Nr. I— VI wurden geschöpft am 18. Juni 1887.
„ „ „ VII—XII „ „ „ 2. Juli 1887.

IX. Tabelle der cursorischen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I.	II.	III.	IV[1]).	V.	VI.	VII.	VIII.	IX[2]).	X.	XI.	XII.
Chlor Cl	—	0,1278	0,0781	—	0,0746	0,0888	0,1136	0,6461	—	0,9585	0,0355	0,0355
Schwefelsäure SO_3	—	0,1636	0,0900	—	0,0811	0,0838	0,0829	0,1918	—	0,1092	0,0112	0,0112
Salpetersäure N_2O_5	—	0,1644	0,1274	—	0,0870	0,1515	0,1957	0,3588	—	—	—	—
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	Spuren	—	—	—	Spuren	0,0055	—	—	—	—
Ammoniak NH_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sauerstoffverbrauch f. organ. Substanzen. (Gramme O für 1 Ltr.)	—	0,0023	0,0016	—	0,0012	0,0013	0,0021	0,0044	—	0,0049	0,0048	0,0031
Gesammthärte (Härtegrad)	—	34,31	29,45	—	20,65	25,91	24,61	49,41	—	9,5	7,63	7,63
Bleibende Härte (Härtegrad)	—	11,22	8,53	—	5,89	10,66	5,75	17,36	—	9,5	2,3	2,55
Temperatur d. Wassers b. Schöpfen	—	9,5 0	10,5 0	—	9,5 0	9 0	10 0	11 0	—	22,5 0	23 0	20,5 0

Die Wässer Nr. I— VI wurden geschöpft am 16. Juli 1887.
„ „ „ VII—XII „ „ „ 30. Juli 1887.

[1] u. [2]) Beide Brunnen geben kein Wasser mehr.

X. Tabelle der cursorischen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Chlor Cl	—	0,1278	0,0781	—	0,0745	0,0888	0,1562	0,6532	—	1,988	0,0355	0,0355
Schwefelsäure SO_3	—	0,1601	0,0832	—	0,0742	0,0845	0,0934	0,1910	—	0,2323	0,0103	0,0103
Salpetersäure N_2O_5	—	0,1726	0,1288	—	0,0865	0,1562	0,2106	0,3663	—	—	—	—
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	Spuren	—	—	—	0,0016	0,0065	—	—	—	—
Ammoniak NH_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sauerstoffverbrauch f. organ. Substanzen (Gramme O für 1 Ltr.)	—	0,0019	0,0015	—	0,0012	0,0012	0,0017	0,0046		0,0051	0,0041	0,0031
Gesammthärte (Härtegrad)	—	33,61	29,45	—	20,65	25,26	23,96	47,89	—	10,75	7,63	7,63
Bleibende Härte (Härtegrad)	—	11,22	8,79	—	6,16	10,66	4,5	18,67	—	10,75	2,05	2,05
Temperatur d. Wassers b. Schöpfen.	—	10 0	9 0	—	10 0	9 0	11 0	10,5 0	—	18 0	18 0	17,5 0

Die Wässer I— VI wurden geschöpft am 13. August 1887.
„ „ VII—XII „ „ „ 27. August 1887.

XI. Tabelle der cursorischen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Chlor Cl	-	0,1278	0,0852	—	0,071	0,0888	0,1349	0,6674	—	1,7395	0,0355	0,0355
Schwefelsäure SO_3	—	0,1588	0,0818	—	0,0742	0,0859	0,0921	0,1969	—	0,2116	0,0096	0,0096
Salpetersäure N_2O_5	—	0,1717	0,1327	—	0,0865	0,1556	0,1922	0,3888	—	—	—	—
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	0,0011	—	—	—	0,002	0,00075	—	—	—	—
Ammoniak NH_3	—	—	—	—	—	—	—	0,001	—	—	—	—
Sauerstoffverbrauch für organ. Substanzen (Gramme O für 1 Ltr.)	-	0,0022	0,0024	—	0,0014	0,0024	0,0014	0,0072	—	0,0058	0,0039	0,0024
Gesammthärte (Härtegrad)	—	34,31	30,83	—	20,65	25,91	30,14	55,29	—	11,13	8	8
Bleibende Härte (Härtegrad)	—	11,22	8,79	—	5,62	10,66	4,55	18,67	—	10,75	2,3	2,3
Temperatur d. Wassers b. Schöpfen	—	11,5°	9,5°	—	10°	9°	12°	11,5°	—	13,5°	14°	14,5°

Die Wässer Nr. I— VI wurden geschöpft am 10. September 1887.
„ „ „ VII—XII „ „ „ 24. September 1887.

XII. Tabelle der cursorischen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I.	II.	III.	IV.	V[1]).	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Chlor Cl	—	0,1207	0,1065	—	—	0,0888	0,1349	0,6745	—	0,6745	0,0391	0,0391
Schwefelsäure SO_3	—	0,1560	0,0921	—	—	0,0852	0,0921	0,1983	—	0,0859	0,0110	0,0125
Salpetersäure N_2O_5	—	0,1728	0,1535	—	—	0,1364	0,1812	0,3912	—	—	—	—
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	Spuren	—	—	—	Spuren	0,0005	—	—	—	—
Ammoniak NH_3	—	—	—	—	—	—	—	Spuren	—	—	—	—
Sauerstoffverbrauch für organ. Substanzen (Gramme O für 1 Ltr.)	—	0,002	0,0031	—	—	0,0016	0,0025	0,0073	—	0,0048	0,0048	0,0033
Gesammthärte (Härtegrad)	—	36,39	35	—	—	25,91	28,75	53,10	—	11,13	9,31	9,05
Bleibende Härte (Härtegrad)	—	12,06	10,94	—	—	10,66	5,64	19,35	—	3,2	2,55	2,55
Temperatur d. Wassers b. Schöpfen.	—	13°	11°	—	—	10,5°	11,5°	11°	—	8,5°	8,5°	10,5°

Die Wässer Nr. I— VI wurden geschöpft am 8. October 1887.
„ „ „ VII—XII „ „ „ 22. October 1887.

[1]) Die Pumpe wurde reparirt.

I. Tabelle der ausführlichen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Chlor Cl	—	0,1278	0,1278	—	0,0781	0,0781	0,1030	0,6603	—	0,2485	0,0320	0,0320
Schwefelsäure SO_3	—	0,1725	0,0999	—	0,0761	0,0887	0,0844	0,1975	—	0,0478	0,0241	0,0266
Kalk CaO	—	0,3702	0,3691	—	0,2190	0,2422	0,2599	0,5258	—	0,1073	0,0998	0,1025
Magnesia MgO	—	0,0607	0,0235	—	0,0430	0,0467	0,0350	0,0940	—	0,0367	0,0135	0,0140
Natron Na_2O	—	0,1021	0,0694	—	0,1065	0,0837	0,1460	0,4240	—	0,1714	0,0295	0,0321
Kali K_2O	—	0,0286	0,0114	—	0,1034	0,1413	0,0988	0,3988	—	0,0168	0,0053	0,0053
Thonerde (m. Spuren v. Eisen u. Phosphors.) Al_2O_3	—	0,0010	0,0005	—	0,0012	0,0018	0,0011	0,0083	—	0,0005	0,0010	0,0010
Kieselsäure SiO_2	—	0,0215	0,0168	—	0,0207	0,0174	0,0268	0,0368	—	0,0121	0,0110	0,0123
Geb. Kohlensäure CO_2	—	0,1945	0,1764	—	0,2050	0,2024	0,1980	0,3454	—	0,0836	0,0814	0,0814
Salpetersäure N_2O_5	—	0,1711	0,1810	—	0,1038	0,1292	0,1504	0,3137	—	—	—	—
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	0,0007	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ammoniak NH_3	—	—	—	—	—	—	—	Spuren	—	—	—	—
	—	1,2500	1,0765	—	0,9568	1,0315	1,1034	3,0046	—	0,7247	0,2976	0,3072

	—	1,2500	1,0765	—	0,9568	1,0315	1,1034	3,0046	—	0,7247	0,2976	0,3072
Dem Chlor aequivalente Sauerstoffmenge:	—	0,0288	0,0288	—	0,0176	0,0176	0,0232	0,1488	—	0,0560	0,0072	0,0072
Summe der Bestandtheile:	—	1,2212	1,0477	—	0,9392	1,0139	1,0802	2,8558	—	0,6687	0,2904	0,3000
Trockenrückstand bei 150° Celsius:	—	1.2268	1,0908	—	0,9300	1,0342	1,0510	2,8450	—	0,7310	0,3000	0,3130
Sauerstoffverbrauch f. organ. Substanzen (Gramme O für 1 Ltr.)	—	0,0022	0,0025	—	0,0009	0,0020	0,0029	0,0084	—	0,0060	0,0050	0,0040
Gesammthärte (Härtegrad):	—	37,1	36,4	—	24,61	26,67	27,36	56,03	—	13	10,76	10,76
Bleibende Härte (Härtegrad):	—	13,45	14,56	—	3,55	5,36	4,84	14,06	—	4,84	4,05	4,05
Temperatur des Wassers beim Schöpfen:	—	11,5°	9,5°	—	11°	11°	7,5°	10°	—	1,5°	1,5°	4°
Aussehen der Wässer:	—	Farblos; klar	Gelblich, durch suspd. Stoff getrübt	—	Farblos; klar	Farblos; klar	Farblos; klar	Gelbl.; trübe	—	Gelbl.; trübe	Gelbl.; klar	Gelbl.; klar

Die Wässer I—VI wurden geschöpft am 3. December 1887.
„ „ VII, XI, XII „ „ „ 11. Februar 1888.
Das Wasser X wurde „ „ 3. März 1888.
„ „ VIII „ „ „ 26. März 1888.

II. Tabelle der ausführlichen Analysen.

1 Liter Wasser enthielt in Grammen:

Wasser Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Schwefels. Kalk SO_4Ca	—	0,2933	0,1698	—	0,1294	0,1508	0,1435	0,3358	—	0,0813	0,0410	0,0452
Kohlens. Magnesia CO_3Mg	—	0,1275	0,0494	—	0,0903	0,0981	0,0735	0,1974	—	0,0771	0,0284	0,0294
Kohlens. Kalk CO_3Ca	—	0,2903	0,3423	—	0,3585	0,3432	0,3625	0,5500	—	0,0982	0,1511	0,1500
Salpeters. Kalk $(NO_3)_2Ca$	—	0,2542	0,3149	—	—	—	—	0,2329	—	—	—	—
Salpeters. Kali NO_3K	—	0,0069	—	—	0,1941	0,2417	0,2813	0,2998	—	—	—	—
Chlorkalium KCl	—	0,0403	0,0180	—	0,0209	0,0457	—	0,4109	—	0,0266	0,0084	0,0084
Chlornatrium NaCl	—	0,1790	0,1964	—	0,1122	0,0928	0,1697	0,7655	—	0,3886	0,0461	0,0461
Thonerde (m. Spuren v. Eisen u. Phosphors.) Al_2O_3	—	0,0010	0,0005	—	0,0012	0,0018	0,0011	0,0083	—	0,0005	0,0010	0,0010
Kieselsäure SiO_2	—	0,0215	0,0168	—	0,0207	0,0174	0,0268	0,0368	—	0,0121	0,0110	0,0123
Salpetrige Säure N_2O_3	—	—	0,0007	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe:	—	1,2140	1,1088	—	0,9273	0,9915	1,0584	2,8374	—	0,6844	0,2870	0,2924
Direct gefunden:	—	1,2212	1,0477	—	0,9392	1,0139	1,0802	2,8558	—	0,6687	0,2904	0,3072

Eine Betrachtung der Analysentabellen zeigt deutlich, dass nur sehr geringe Schwankungen betreffs der in den Wässern gelösten Körper zu verzeichnen sind. Eine Ausnahme bildete das Unterwarnowwasser, das natürlich je nach der Windrichtung mehr oder weniger feste Rückstände enthielt. Sein Chlorgehalt bewegte sich zwischen den Grenzen 0,3—2,0 gr im Liter. Der Gehalt an Schwefelsäure schwankte zwischen 0,05—0,2 gr. Die Gesammthärte betrug 10—13 und die bleibende Härte 3—10 Härtegrade. Ganz anders dagegen verhielt sich das Oberwarnow- und Leitungswasser. Hier war fast gar keine Aenderung zu verspüren. Der Gehalt an Chlor war bei beiden 0,0355 gr, an Schwefelsäure etwa 0,01 bis 0,02 gr im Liter, die Gesammthärte belief sich auf 8—9 und die bleibende auf 3—5 Härtegrade. Interessant ist, dass der Sauerstoffverbrauch für organische Substanzen bei diesen drei Wässern meistens in folgendem Verhältniss stand: Waren für die Oxydation der organischen Körper in einem Liter Unterwarnowwasser 5—6 mgr Sauerstoff erforderlich, so bedurfte das gleiche Volumen Oberwarnowwasser 4—5 mgr und dasselbe Quantum Leitungswasser 3—4 mgr.

Salpetersäure, salpetrige Säure und Ammoniak fehlten in den genannten Wässern.

Wenn ich jetzt zur Besprechung der einzelnen Brunnen übergehe, so muss ich vorher bemerken, dass wir ja kein Zahlenschema besitzen, welches wir der Beurtheilung eines Wassers zu Grunde legen könnten. Es ist ja selbstverständlich, dass mit der Aenderung der geognostischen Verhältnisse auch eine Aenderung der Zusammensetzung des Quellwassers bedingt ist. Obgleich ein Wasser, welches salpetrige Säure, Ammoniak, grosse Mengen Salpetersäure und organische Substanzen enthält, stets auf schlechte Zuflüsse schliessen lässt und als Trinkwasser zu verwerfen ist, so werden doch Quellen einer Granitformation andere Beschaffenheit zeigen, als die einer Dolomit- oder Gypsformation.

Einen ungefähren Anhaltepunkt für die Beurtheilung eines gesunden Wassers hat uns die Wiener Wasserversorgungscommission im Jahre 1864 gegeben, indem sie folgende Eigenschaften von einem solchen fordert:

1. Ein in allen Beziehungen tadelloses Wasser muss klar, hell und geruchlos sein.
2. Es soll nur wenig feste Bestandtheile enthalten und durchaus keine organisirten.
3. Die alkalischen Erden dürfen höchstens 18 Th. Kalk in 100000 Th. Wasser entsprechen (0,180 gr Kalk im Liter).
4. Die für sich im Wasser löslichen Körper dürfen nur einen kleinen Bruchtheil der gesammten Wassermenge betragen, besonders dürfen keine grösseren Mengen von Nitraten und Sulfaten vorkommen.
5. Der chemische Bestand, sowie die Temperatur soll in den verschiedenen Jahreszeiten nur innerhalb enger Grenzen schwanken.
6. Verunreinigende Zuflüsse jeder Art sollen fern gehalten werden.
7. Den gestellten Anforderungen genügt nur ein weiches Quellwasser, dieses ist allein zur Trinkwasserversorgung geeignet.
8. Die Industrie bedarf für ihre Zwecke ein Wasser von nahezu derselben Beschaffenheit.
9. Filtrirtes Flusswasser, wenn es jederzeit frei von Trübungen erhalten werden kann, ist zu den Gewerbebetrieben geeignet, aber wegen der nicht erfüllten Bedingungen in 5 und 6 als Trinkwasser nicht anwendbar.
10. Zur Bespritzung und Reinigung der Strassen taugt jedes Wasser, das geruchlos ist und keine erheblichen Mengen von faulenden Substanzen enthält.

Die Bestimmungen sind mit Ausnahme des unter 3 Gesagten so allgemeiner Natur, dass dagegen wohl kein Einwand zu machen ist. Was nun den eben erwähnten

Paragraphen betrifft, der als Maximum für die Gesammthärte eines brauchbaren Trinkwassers 18 Härtegrade hinstellt, so erweist sich diese Grenzzahl als nicht haltbar. Es erscheint mir für durchaus ungerechtfertigt, wegen einer geringen Ueberschreitung dieser Zahl, ein sonst gutes Wasser für schädlich zu erklären.

Professor Reichardt[1]) sagt über diesen Punkt:

»Die neueren Untersuchungen ergeben, dass im Kalkgebiet, namentlich wo Talkerde zutritt, die Formation dolomitisch wird, diese Härtegrade 18 oder Gesammtkalk noch bedeutend überschritten werden, ohne dass Gyps und dergl. in abnormer Menge zutreten.«

So giebt er unter anderem für dolomitische Kalke als gute Mittelzahlen 21,5—23,1 Härtegrade und schliesst dann seine Auseinandersetzung hierüber:

»Diese Beispiele werden genügen, um den Beweis zu liefern, dass sonst völlig reine Wasser eine weit grössere Härte besitzen können, als die Zahl 18, welche demnach sehr relativ, dem Ursprung der Wasser entsprechend aufzufassen ist u. s. w.«

Es ist deshalb bei Untersuchungen dieser Art am zweckmässigsten, Analysen reiner, d. h. dem Untergrund der betreffenden Formation möglichst entsprechender Quellen, grundlegend für die Beurtheilung der übrigen Wässer werden zu lassen.

In unserem Fall, wo wir unser Trinkwasser nicht aus einer homogenen Gesteinsart beziehen, sondern, wie schon früher erwähnt, aus den den Geschiebemergel durchsetzenden Sand- und Kiesadern, also aus einer vorwiegend aus Granit-, Porphyr-, Grünstein-, Feldspath-, Kalkstein-, Sandsteintrümmern u. s. w. gebildeten Schicht, muss selbstverständlich der Gehalt an Kalk, Magnesia, Schwefelsäure u. s. w. in den einzelnen Brunnenwässern ziemlich variiren, je nachdem bei der betreffenden Quelle diese oder jene Gesteinsfragmente vorherrschen. So z. B. zeigen

[1]) Reichardt, Grundlagen zur Beurtheilung des Trinkwassers.

oft garnicht weit von einander entfernte Brunnen auffällige Verschiedenheit in ihrer Härte. Bei sämmtlichen von mir untersuchten Brunnenwässern aber, mit Ausnahme desjenigen am Lloydbahnhof, wurde die von der Wiener Commission für die Gesammthärte festgesetzte Grenzzahl 18 überschritten, also auch von Quellwässern, die ihrer sonstigen Beschaffenheit nach zeigten, dass sie in keiner Weise schlechten Zuflüssen ausgesetzt waren, wie dies bei den Brunnen am Blücherplatz und auf dem Schulhof Gymnasii-Realgymnasii der Fall. Beide zeigten zwar durchschnittlich eine Härte von 20,9 und 23,7 Härtegraden, aber, wie aus den Tabellen ersichtlich, ist ihr Gesammtcharacter ein solcher, dass ich unbeanstandet dieselben als gut bezeichnen kann.

Hierzu wäre auch die im Laufe der Untersuchung versiegte Quelle am »Patriotischen Weg« zu zählen, wenn nicht das spurweise Auftreten von salpetriger Säure dies verbieten würde. Ich nahm deshalb Veranlassung, dieselbe als Uebergangsglied zu den als mittelmässig zu nennenden Brunnen zu betrachten, deren Reihenfolge ihrer chemischen Beschaffenheit nach diese ist:

Der Brunnen in der Augustenstrasse,
„ „ bei der Navigationsschule,
„ „ am Johannisplatz,
„ „ in der Lohgärberstrasse.

In diesen Wässern trat mit Ausnahme des Brunnens in der Augustenstrasse verschiedentlich salpetrige Säure auf, deren Menge einmal sogar im Johannisplatzbrunnen 2 mgr im Liter betrug.

Bei dem letztgenannten Wasser ist noch Folgendes zu erwähnen. Der Brunnen wurde im Juni 1887 abgepumpt und der Brunnenschacht auscementirt, um eine Besserung des Wassers zu erzielen. Durch diese Vorkehrung wurde der Gehalt an gelösten Stoffen anfangs um die Hälfte vermindert, nach Verlauf von 4 Wochen war das alte Verhältniss wieder hergestellt und erst allmählich, am Ende der Untersuchung schien das Wasser

ein besseres zu werden, wenigstens war während der ausführlichen Analyse keine Spur von salpetriger Säure aufzufinden, und auch die Zahlen für Salpetersäure und Chlor waren geringere geworden.

Es müssen schliesslich noch die beiden Brunnen am »Lloydbahnhof« und in der »Harten Strasse« genannt werden, die aus sehr verschiedenen Gründen als schlecht bezeichnet werden mussten. Obgleich das Wasser in der ersterwähnten Pumpe, betreffs der darin gelösten Substanzen, dem Oberwarnowwasser nahe stand, da es weder Salpetersäure, salpetrige Säure, Ammoniak, noch nachweisbare Mengen von Schwefelsäure enthielt, auch nur 0,039 gr Chlor durchschnittlich im Liter hatte, eine Gesammthärte von 13, eine bleibende von 2 Härtegraden aufwies und ferner zur Oxydation der organischen Substanzen meistens 2,5 mgr Sauerstoff verbrauchte, musste dieser Brunnen dennoch geschlossen werden, da die mikroskopische Untersuchung ergab, dass das Wasser zum Trinken unbrauchbar sei. Es ist dies ein Beispiel dafür, dass, wenn auch in den meisten Fällen, so doch nicht immer die chemische Analyse allein zur Beurtheilung eines Wassers genügt.

Den directen Gegensatz hierzu bildete der Brunnen in der Harten Strasse; war das Wasser der ersteren Quelle mit dem der Oberwarnow gleichgestellt worden, so konnte dieses fast mit demjenigen der Unterwarnow verglichen werden, nur mit dem Unterschiede, dass es in gewisser Beziehung, nämlich wegen des Gehalts an salpetriger Säure, an Ammoniak, wegen der vielen Salpetersäure und der hohen Härtegrade, noch als schlechter zu bezeichnen ist. Diese Beschaffenheit des Quellwassers findet ihre Erklärung, wenn man bedenkt, dass sich, wenige Schritte von der Pumpe entfernt, eine Grube für Abfallstoffe befindet. Das Wasser wird übrigens nicht getrunken und ist nur aus geologischem Interesse zur Untersuchung herangezogen worden.

Zum Schluss möchte ich noch, um ein möglichst vollständiges Bild von den Rostocker Wasserverhältnissen zu geben, und um auf die sich im Laufe der Jahre vollzogenen Veränderungen einiger Wässer aufmerksam zu machen, die früher ausgeführten Analysen verschiedener Brunnenwässer, des Warnow- und Leitungswassers erwähnen.

Herr Professor F. Schulze[1]) analysirte folgende Wässer:

Wasser aus der Pumpe beim alten Schulgebäude

(der jetzigen höheren Bürgerschule.)[2])

Die Analyse wurde ausgeführt im April 1868.

Die Menge der einzelnen anorganischen Bestandtheile in 1 Liter Wasser ist:

Kieselsäure	0,0165	Gramm
Gebundene Kohlensäure	0,1128	„
Salpetersäure	0,0406	„
Schwefelsäure	0,0742	„
Phosphorsäure	0,0032	„
Chlor	0,1520	„
Eisenoxydul	0,0035	„
Kalkerde	0,1491	„
Magnesia	0,1590	„
Kali	0,1343	„
Natron	0,0696	„
	0,9148	Gramm
Davon ab die dem Chlor entsprechende Menge Sauerstoff	0,0342	„
	0,8806	Gramm.

[1]) Dreiunddreissigster Jahresbericht des Rostocker Gewerbevereins.

[2]) Dieser Brunnen ist identisch mit dem von mir mit Nr. VII bezeichneten.

Wasser aus der Pumpe unter dem Hause 37b in der Friedrich-Franz-Strasse.

(Analysirt im Sommer 1865.)

Im Liter sind enthalten:

Kieselsäure	0,0221	Gramm
Gebundene Kohlensäure	0,2492	„
Salpetersäure	0,0935	„
Schwefelsäure	0,0154	„
Phosphorsäure	0,0130	„
Chlor	0,1450	„
Eisenoxydul	0,0055	„
Kalkerde	0,3201	„
Magnesia	0,1028	„
Kali	0,0612	„
Natron	0,0291	„
Mangan	Spuren	
	1,0569	Gramm
Davon ab die dem Chlor entsprechende Menge Sauerstoff	0,0327	„
	1,0232	Gramm.

Die Menge der freien Kohlensäure im Liter betrug 0,7004 Gramm; die zur Oxydation der im Liter Wasser enthaltenen organischen Substanz erforderliche Menge Sauerstoff 0,0013 Gramm.

Wasser aus der Pumpe hinter dem Hause 45a in der Friedrich-Franz-Strasse.

(Analysirt im Sommer 1866.)

Im Liter sind enthalten:

Kieselsäure	0,0940	Gramm
Gebundene Kohlensäure	0,3051	;,
Salpetersäure	0,0674	„
Schwefelsäure	0,1420	„
Phosphorsäure	0,0120	„
Chlor	0,1972	„

Eisenoxydul	0,0021	Gramm
Kalkerde	0,5090	„
Magnesia	0,0630	„
Kali	0,0586	„
Natron	0,1629	„
	1,6133	Gramm
Davon ab die dem Chlor entsprechende Menge Sauerstoff	0,0443	„
	1,5690	Gramm.

Die Menge der freien Kohlensäure im Liter betrug 0,180 Gramm; die zur Oxydation der im Liter Wasser enthaltenen organischen Substanz erforderliche Menge Sauerstoff 0,004 Gramm.

Wasser der Eisenquelle am patriotischen Wege.

(Sommer 1865.)[1]) — Temperatur 11,8 °.

Gesammtmenge d. festen Bestandtheile im Liter 0,5920 Gramm

Gesm. d. freien Kohlensäure 0,2236 „

An unorganischen Bestandtheilen sind im Liter enthalten:

Kieselsäure	0,0212	Gramm
Gebundene Kohlensäure	0,2050	„
Salpetersäure	0,0074	„
Schwefelsäure	0,0269	„
Phosphorsäure	0,0054	„
Chlor	0,0540	„
Eisenoxydul	0,0176	„
Kalkerde	0,1164	„
Magnesia	0,0846	„
Kali	0,0235	„
Natron	0,0428	„
	0,6048	Gramm

[1]) Dieser Brunnen ist identisch mit dem von mir mit Nr. IV bezeichneten.

	0,6048 Gramm
Davon ab die dem Chlor entsprechende Menge Sauerstoff	0,0122 „
	0,5926 Gramm.

Analyse des Warnow- und Leitungswassers[1]).

(1868.)

Es wurden durch die Analyse gefunden:

In 1 Liter

	a. d. Warnow[2]):		a. d. Röhrenleitung[3]):	
			Eisenoxyd 0,0035	Gramm
Kieselsäure	0,0190	Gramm	0,0230	„
Schwefelsäure	0,0316	„	0,0254	„
Phosphorsäure	0,0282	„	0,0276	„
Chlor	0,0148	„	0,0148	„
Kalkerde	0,0785	„	0,0513	„
Magnesia	0,0059	„	0,0058	„
Kali	0,0101	„	0,0013	„
Natron	0,0213	„	0,0233	„
Summe d. unorg. Substanzen	0,2094	Gramm	0,1760	Gramm
Dieselbe nach Abzug der dem Chlor äquivalenten Menge Sauerstoff	0,2059	„	0,1726	„
Freie Kohlensäure	0,059	„	0,051	„

[1]) F. Schulze, »Die Rostocker Brunnenwässer.«

[2]) Die Wasserprobe wurde bei der Frisch'schen Badeanstalt entnommen.

[3]) Die Wasserprobe wurde aus dem Wasserpfosten des Klosterhofes geschöpft.

Von Herrn Dr. Wolff[1]) wurden analysirt:

Warnow bei Rostock.

Die Proben sind eine gute halbe Stunde oberhalb des Mühlendammes mitten im Strom geschöpft.

Zeit: Anfangs Mai und Ende Juli 1871.

Temperatur d. Luft 6,3° C. 21,2° C.
„ d. Wassers 8,2° C. 17,3° C.

	Pro Liter Analyse Nr. I.	Analyse Nr. II.
Gelöste Gase:		
Freie Kohlensäure	0,0222	0,0197
Stickstoff	0,0459	0,0510
Sauerstoff	0,0206	0,0241
Suspendirte Stoffe:		
Bei 100°	0,0015	0,0028
Glühverlust	0,0005	0,0013
Gelöste Stoffe:		
Bei 100°	0,2990	0,3625
Glühverlust	0,1001	0,0925
Chlor (Cl)	0,0188	0,0213
Schwefelsäure (SO_3)	0,0157	0,0285
Kalk (CaO)	0,0775	0,0991
Magnesia (MgO)	0,0112	0,0125
Natron (NaO)	0,0143	0,0156
Kali (KO)	0,0033	0,0049
Eisenoxyd (Fe_2O_3)	0,0005	0,0015
Thonerde (Al_2O_3)	0,0006	Spuren
Kieselsäure (SiO_2)	0,0108	0,0145
Phosphorsäure (PO_5)	0,0016	Spuren
Salpetersäure (NO_5)	0,0000	(0,00047 KO NO_5)
Kohlensäure (CO_2)	0,0631	0,0910
Glühverlust	0,1001	0,0925
Summa	0,3175	0,3814

[1]) Dr. J. Wolff, »Chemische Analyse der wichtigsten Flüsse und Seeen Mecklenburgs.«

Summa	0,3175	0,3814
Die dem Chlor äquivalente Sauerstoffmenge	0,0042	0,0048
	0,3133	0,3766
Die zur Oxydation d. organ. Substanz nöthige Sauerstoffmenge	0,0117	0,0181
Kohlenstoffbestimmung d. organischen Substanz	0,0235	—
Stickstoffgehalt	0,0022	0,0025
Härtegrade	12°	11,8°
Specifisches Gewicht	1,00049	1,0005

Zusammengestellt:

	Analyse Nr. I.	Analyse Nr. II.
NaCl	0,0269	0,0292
KCl	0,0051	0,0076
$MgO.CO_2$	0,0235	0,0262
$CaO.CO_2$	0,1154	0,1415
$3CaO.PO_5$	0,0035	Spuren
$CaO.SO_3$	0,0267	0,0485
CO_2 (als 2 f. kohlens. Salz)	0,0000	0,0152
Fe_2O_3	0,0005	0,0015
Al_2O_3	0,0006	Spuren
SiO_2	0,0108	0,0145
Glühverlust	0,1001	0,0925
Summa	0,3131	0,3764

Warnow bei Zaschendorf.

Die Proben sind bei Zaschendorf geschöpft.

Zeit: Ende Mai und Ende Juli 1871.

Temperatur-Angaben fehlen. Die gelösten Gase sind nicht bestimmt.

Pro Liter

Suspendirte Stoffe:

	Analyse Nr. I.	Analyse Nr. II.
Bei 100°	0,0021	0,0019
Glühverlust	0,0004	0,001

Gelöste Stoffe:

Chlor	0,0181	0,0061
Schwefelsäure	0,0394	0,0120
Kalk	0,0786	0,0894
Magnesia	0,0087	0,0078
Natron	0,0109	0,0036
Kali	0,0062	0,0027
Eisenoxyd	0,0013	0,0009
Thonerde	0,0002	Spuren
Kieselsäure	0,0102	0,0183
Phosphorsäure	0,0004	Spuren
Salpetersäure	Spuren	Spuren
Kohlensäure	0,0486	0,0720
Glühverlust	0,0093	0,0203
Summa	0,2319	0,2331
Die dem Chlor äquivalente O-menge	0,004	0,0013
	0,2279	0,2313

Gesammtmenge der gelösten Stoffe:

Bei 100°	0,2201	0,2209
Glühverlust	0,0093	0,0203
Der zur Oxydation der org. Subst. nöthige Sauerstoff	0,0079	0,0167
Härtegrade	10,8	9,7
Specifisches Gewicht	1,00025	1,00025.

Zusammengestellt:

	Analyse I.	Analyse II.
KCl	0,0097	0,0042
NaCl	0,0204	0,0066
$CaO.CO_2$	0,0904	0,1446
$CaO.SO_3$	0,0670	0,0204
$3CaO.PO_5$	0,0008	0,0000
$MgO.CO_2$	0,0168	0,0163
MgCl	0,0015	0,0000
SiO_2	0,0102	0,0103

Al_2O_3	0,0002	0,0000
Fe_2O_3	0,0013	0,0009
Glühverlust	0,0093	0,0203
Summa	0,2276	0,2316

Wasserleitung zu Rostock.

(1871.)

Chlor	0,0220	gr im Liter
Schwefelsäure	0,0276	„ „ „
Kalk	0,0981	„ „ „
Magnesia	0,0302	„ „ „
Natron	0,0141	„ „ „
Kali	0,0073	„ „ „
Eisenoxyd	0,0019	„ „ „
Thonerde	Spuren	
Kieselsäure	0,0155	„ „ „
Phosphorsäure	0,0021	„ „ „
Salpetersäure	0,0004	„ „ „
Kohlensäure	0,0720	„ „ „
Glühverlust	0,1000	„ „ „

Gelöste Stoffe zusammen:

Bei 100°	0,3463	gr im Liter
Glühverlust	0,1000	„ „ „

Suspendirte Stoffe:

Unwägbar.

Gelöste Gase:

Kohlensäure	0,0182	gr im Liter
Stickstoff	0,0416	„ „ „
Sauerstoff	0,0177	„ „ „

Beobachtete Härtegrade 10,8 — 12,5.

Bei diesen Untersuchungen, die im chemischen Universitätslaboratorium ausgeführt wurden, erfreute ich mich des wohlwollenden Interesses und der wirksamen Unterstützung von Seiten des Herrn Prof. Dr. O. Jacobsen, meines hochverehrten Lehrers. Es ist mir deshalb eine angenehme Pflicht, demselben noch einmal meinen aufrichtigsten Dank dafür auszusprechen.

Der Verfasser.